

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Модернизация системы сглаживания волн давления
УДК 681.51:622.692.5-048.35

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т51	Бабаев Юрий Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суханов Алексей Викторович	К.Х.Н		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Воскобойникова Ольга Борисовна			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Конотопский Владимир Юрьевич	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Матвиенко Владимир Владиславович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин А.В.	К.Т.Н., доцент		

Томск – 2020 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
P2	Иметь осведомленность о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
P3	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно-технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений.
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств.
P6	Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и их использовать для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств
P7	Уметь выбирать и использовать подходящее программно-техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
Универсальные компетенции	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за риски и работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации технологических процессов и производств, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам.
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) Воронин А.В.

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
З-8Т51	Бабаев Юрий Сергеевич

Тема работы:

Модернизация системы сглаживания волн давления	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 59-64с от 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Для управления технологическим процессом применяется система сглаживания волн давления, обеспечивающая защиту трубопровода и оборудования от разрушительных волн давления. Сглаживание волн давления состоит в уменьшении скорости нарастания давления в трубопроводе путём сброса части нефти из приёмного трубопровода промежуточной НПС в безнапорную ёмкость сброса.</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1 Описание технологического процесса ССВД 2 Выбор устройств измерения 3 Структурная схема АС ССВД 4 Функциональная схема автоматизации ССВД 5 Схема внешних проводов 6 Алгоритм управления 7 Экранные формы АС ССВД 8 Выбор архитектуры АС</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1 Функциональная схема технологического процесса 2 Трехуровневая структура автоматизированной системы 3 Схема соединения внешних проводов, выполненная в Visio 4 SCADA–формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта 5 Алгоритм сбора данных измерений. Блок схема алгоритма 6 Дерево экранных форм 7. Обобщенная структура управления АС</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p>Конотопский Владимир Юрьевич</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Матвиенко Владимир Владиславович</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент ОАР ИШИТР</p>	<p>Суханов Алексей Викторович</p>	<p>К.Х.Н.</p>		
<p>Старший преподаватель ОАР ИШИТР</p>	<p>Воскобойникова Ольга Борисовна</p>			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>3-8Т51</p>	<p>Бабаев Юрий Сергеевич</p>		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2020 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
28.05.2020 г.	Основная часть	60
19.05.2020 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
27.05.2020 г.	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суханов Алексей Викторович	К.Х.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин А.В.	к.т.н., доцент		

Реферат

Выпускная квалификационная представлена пояснительной запиской 95 с., 15 таблиц, 15 рисунков, 35 источников и 6 приложений.

СИСТЕМА СГЛАЖИВАНИЯ ВОЛН ДАВЛЕНИЯ, ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, МОДЕРНИЗАЦИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ПРОТОКОЛ, SCADA-СИСТЕМА.

Объектом исследования является система сглаживания волн давления (ССВД).

Цель работы – модернизация системы сглаживания волн давления.

В данном проекте была разработана система контроля уровня жидкости в ёмкости и управления технологическим процессом на базе промышленных контроллеров Modicon Quantum M340, с применением SCADA-системы.

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Данная система позволит уменьшить риск возникновения аварийной ситуации на производстве, повысить точность и надежность измерений.

В ходе работы был проработан альбом схем, включающий функциональные схемы автоматизации, структурную схему, схему соединения внешних проводок, схема трехуровневой архитектуры.

Содержание

Введение.....	12
1 Автоматизированная система управления системы сглаживания волн давления	14
1.1 Назначение системы	14
1.2 Цели создания системы	15
1.3 Требования к автоматике НПС	15
1.4 Число уровней иерархии и степени централизации системы	16
1.5 Режим функционирования системы.....	17
1.6 Техническое обеспечение	17
1.7 Требования к программному обеспечению.....	19
1.8 Метрологическое обеспечение	20
1.9 Математическое обеспечение	20
1.10 Информационное обеспечение	20
2 Практическое применение автоматизированной системы сглаживания волн давления	22
2.1 Описание технологического процесса.....	22
2.2 Выбор архитектуры АС	22
2.3 Структурная схема АС	27
2.4 Функциональная схема автоматизации	29
2.5 Комплекс аппаратно-технических средств	29
2.5.1 Выбор устройств измерения	30
2.5.1.1 Датчики давления.....	30
2.5.1.2 Выбор уровнемера	32

2.5.1.3 Выбор датчика сигнализатора уровня	35
2.5.1.4 Предохранительный клапан типа «Флекс-фло»	36
2.5.1.5 Предохранительные клапаны сглаживания волн давления Danflo	37
2.5.1.6 Выбор контроллерного оборудования	39
2.6 Схема внешних проводок	44
2.7 Алгоритм управления	45
2.7.1 Алгоритм сбора данных измерений	47
2.7.2 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром	47
2.8 Экранные формы АС ССВД	48
2.8.1 Дерево экранных форм	49
2.8.2 Экранная форма АС ССВД	50
2.8.3 Главное меню	51
2.8.4 Область видеокadra	52
2.8.5 Мнемознаки	52
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	55
3.1 Организация и планирование работ	55
3.3 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	60
3.4 Расчет затрат на материалы	60
3.5 Расчет заработной платы	61
3.6 Расчет затрат на социальный налог	62
3.7 Расчет затрат на электроэнергию	62

3.8 Расчет амортизационных расходов	64
3.9 Расчет прочих расходов.....	65
3.10 Расчет общей себестоимости разработки	65
3.11 Расчет прибыли	66
3.12 Расчет НДС	66
3.13 Цена разработки НИР	66
3.14 Оценка экономической эффективности проекта	66
4 Социальная ответственность.....	69
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	69
4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	71
4.3 Производственная безопасность	72
4.4 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования	73
4.5 В результате анализа, на персонал работающих с ССВД влияют следующие опасные факторы:	76
4.6 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.....	77
4.7 Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду.....	80
4.8 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	81
4.9 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	82
Заключение	85
Список используемых источников.....	86

Приложение А (обязательное) Структурная схема автоматизации	90
Приложение Б (обязательное) Трехуровневая структура автоматизированной системы	91
Приложение В (обязательное) Функциональная схема автоматизации	92
Приложение Г (обязательное) Схема внешних проводок	93
Приложение Д (обязательное) Алгоритм сбора данных	94
Приложение Е (обязательное) Схема экранных форм	95

Обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения.

OSI (Open Systems Interconnection) – Эталонная модель взаимодействия открытых информационных систем;

PLC (Programmable Logic Controllers) – Программируемые логические контроллеры (ПЛК);

HMI (Human Machine Interface) –Человеко-машинный интерфейс;

OPC (Object Protocol Control) – протокол для управления процессами;

IP (International Protection) – Степень защиты;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;

ПО – программное обеспечение;

КИП и А– контрольно-измерительные приборы и автоматика;

ПТК – Программно-технический комплекс;

ПК– персональный компьютер;

ДП – Диспетчерский пункт;

НПС – нефтеперекачивающая станция;

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом.

Введение

В нынешнее время магистральные нефтепроводы, а это наиболее высоконадёжный и дешёвый вид транспортировки нефти. Для того чтобы создать и поддерживать давление в нефтепроводе, которое необходимо для транспорта нефти, сооружаются нефтеперекачивающие станции.

Первое описание в литературе способов защиты магистральных нефтепроводов (МН) от повышения давления в переходных процессах было представлено в работах Бернетт Р.Р (1960 г.) [1].

Защита участка, прилегающего к отключившейся нефтеперекачивающей станции (НПС), осуществлялась за счет сброса части потока нефти через программируемый клапан в резервуар объемом 800 м³. После отключения НПС клапан быстро открывался, и затем поддерживалась заданная величина давления на входе НПС. По истечении заданного интервала времени клапан закрывался с фиксированной скоростью.

На режим работы нефтеперекачивающей станции (НПС) могут повлиять такие факторы как, например, аварийные и ремонтные ситуации, нестационарные явления в нефтепроводе, которые связаны с колебаниями физических параметров нефти и разными технологическими операциями, годовые и сезонные колебания добычи нефти из-за которых происходит изменение величины подачи нефти. Подобные изменения могут привести к неблагоприятным ситуациям, может произойти аварийная остановка НПС, что повлечет за собой очень большие экономические потери. Чтобы избежать неприятностей, во-первых, необходимо осуществлять постоянную, непрерывную, согласованную работу станций на всех участках нефтепровода, во-вторых, защищать нефтепровод и оборудование, установленное на нем. При остановке насосного агрегата или НПС на приеме станции происходит резкое изменение скорости движения нефти, и вследствие инерционности потока происходит рост давления, причем скорость нарастания давления

может достигать нескольких МПа в секунду. Волна повышенного давления, образовавшаяся в нефтепроводе, может поспособствовать каскадному отключению нефтеперекачивающих станций, а также привести к выходу из строя оборудования НПС или разгерметизации трубопровода. В настоящее время не теряет актуальности тема исследования системы сглаживания волн давления (СВВД) в нефтепроводе [2].

Автоматизация СВВД должна обеспечить:

- автоматизированный контроль и управление в реальном масштабе технологическим процессом СВВД;
- обеспечение обслуживающего персонала оперативной и достоверной информацией;
- сбор и передачу данных в базу данных предприятия;
- безопасность технологического процесса;
- автоматическое и дистанционное приведения технологического процесса в безопасное состояние при возникновении аварийных ситуаций (пожар, выход из строя технологического оборудования и прочее);
- контроль технологических параметров.

1 Автоматизированная система управления системы сглаживания волн давления

1.1 Назначение системы

Для управления технологическим процессом применяется система сглаживания волн давления, обеспечивающая защиту трубопровода и оборудования от разрушительных волн давления. Сглаживание волн давления состоит в уменьшении скорости нарастания давления в трубопроводе путём сброса части нефти из приёмного трубопровода промежуточной НПС в безнапорную ёмкость сброса.

Автоматизированная система (АС) нефтеперекачивающей станции (НПС) предназначена для автоматизации управления технологическими процессами перекачки нефти и работы вспомогательных систем в реальном масштабе времени в различных режимах работы, включая пуск и остановку.

Предлагаемая автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) нефтеперекачивающей станции (НПС) предназначена для выполнения следующих функций [3]:

- дистанционный сбор и отображение технологической информации на мнемосхемах;
- контроль технологических параметров и параметров состояния оборудования;
- управление технологическим оборудованием;
- оперативное выявление аварийных и предаварийных ситуаций, отклонений технологического процесса от заданных режимов;
- формирование сигнализаций (звуковой, световой и на экране компьютера) для оповещения персонала о выходе параметров техпроцесса за границы допуска и в аварийных ситуациях;
- технологические блокировки и автоматическая защита технологического оборудования при возникновении аварийных ситуаций;

- диагностика состояния системы;
- автоматическое заполнение журналов событий, происходящих в системе;
- автоматическое включение резервного оборудования;
- учет наработки технологического оборудования;
- Режимы работы: автоматический, диспетчерский, ручной.

1.2 Цели создания системы

Целью создания системы является формирование высокого качественного уровня для решения следующих основных технологических, организационных и экономических задач:

- получение достоверной информации с технологических объектов;
- оптимизация режимов работы технологических объектов;
- повышение точности и оперативности измерения параметров технологических процессов;
- внедрение автоматизированных и математических методов контроля и управления технологическими процессами и объектами;
- снижение трудоемкости управления технологическими процессами;
- повышение безопасности производства, улучшение экологической обстановки в районе производства;
- минимизация технологических издержек (экономия электроэнергии, продление ресурса электродвигателей).

1.3 Требования к автоматике НПС

Система автоматики нефтеперекачивающей станции должна обеспечивать следующее:

- анализ режимов технологического оборудования;

- контроль технологических параметров;
- управление (открытие, закрытие, стоп) и контроль стационарных и агрегатных задвижек;
- контроль режимов перекачки, готовности магистральных и подпорных насосных агрегатов к запуску;
- обработка предельных значений параметров по агрегату;
- управление (программный и кнопочный пуск, программное и кнопочное отключение) и контроль магистральных и подпорных насосных агрегатов;
- задание уставок регулирования;
- регулирование давления на входе и выходе НПС;
- управление вспомогательными системами; управление (пуск, отключение) и контроль агрегатов вспомогательной системы и вспомогательных сооружений;
- контроль и сигнализация пожара;
- автоматическое пожаротушение;
- обработка измерений и контроль достоверности измеряемых параметров;
- отображение информации и документирование, формирование кадров, отображение информации от системы учета электроэнергии на панели оператора, табличных форм представления информации, форм печати оперативных сообщений, архивных данных, отчетных документов.

1.4 Число уровней иерархии и степени централизации системы

Система должна иметь трехуровневую структуру:

- нижний уровень – уровень размещения контрольно-измерительных приборов (КИП) и исполнительных механизмов – включает в себя:
 - расходомер;

- датчик уровня;
- датчик давления;
- кабельная продукция и дополнительное оборудование;
- клапаны.
- средний уровень – уровень сбора информации с нижнего уровня, выдачи воздействий на устройства приема/передачи данных на верхний уровень – включает в себя интерфейсные линии связи;
 - верхний уровень – уровень, включающий автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора. Состав АРМ оператора:
 1. персональный компьютер
 - монитор;
 - системный блок;
 - клавиатура;
 - компьютерная «мышь»;
 - источник бесперебойного питания (ИБП), мощность которая должна быть не менее 500 Вт;
 - лицензированное программное обеспечение (ПО), антивирусная система;
 - принтер, в комплекте с кабелем USB.

1.5 Режим функционирования системы

Система должна обеспечивать безотказную и непрерывную работу объекта автоматизации в круглосуточном, круглогодичном режиме. Число рабочих дней в году – 365 дней.

1.6 Техническое обеспечение

Оборудование должно быть устойчиво к температурному

воздействию от минус 50 °С до 50 °С, а также устойчиво к влажности не менее 80 % при температуре 35 °С.

Комплекс технических средств ССВД должен быть достаточен для реализации определенных данным функций, и строиться на базе следующих специализированных программно-технических комплексов:

Система измерений строиться на базе электронных датчиков расхода, давления, уровня, перепада давления.

Средства измерений расходов, давлений, уровней и перепадов давлений должны иметь стандартные сигналы диапазона (4 – 20) мА.

Для реализации сбора и обработки информации в составе подсистем управления должны быть предусмотрены модули:

- Ввода сигналов (4 – 20) мА;
- Ввода сигналов (4 – 20) мА со встроенными барьерами искрозащиты;
- Входа милливольтовых сигналов со встроенными барьерами искрозащиты;
- Ввода дискретных сигналов;
- Ввода по протоколу RS-485 от периферийных микропроцессорных устройств.

Вывод дискретных управляющих воздействий и блокировок для управления электрооборудованием выполняется через модули вывода дискретных сигналов.

Датчики, используемые в системе, должны отвечать требованиям взрывобезопасности [4]. При выборе датчиков следует обязательно использовать аппаратуру с искробезопасными цепями. Степень защиты технических средств от пыли и влаги должна быть не менее IP56 [5].

Контроллеры должны иметь модульную архитектуру, позволяющую свободную компоновку каналов ввода/вывода. При необходимости ввода сигналов с датчиков, находящихся во взрывоопасной среде, допускается использовать как модули с искробезопасными входными цепями, так и внешние барьеры искробезопасности, размещаемые в отдельном конструктиве.

1.7 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение (ПО) должно быть совместимым с существующими на объектах эксплуатации ПО.

Программное обеспечение (ПО) АС включает в себя:

- системное ПО (операционные системы Windows, Unix, Mac OS);
- инструментальное ПО;
- общее (базовое) прикладное ПО;
- специальное прикладное ПО.

Набор функций конфигурирования в общем случае должен включать в себя:

- создание и ведение базы данных конфигурации (БДК) по входным/выходным сигналам;
- конфигурирование алгоритмов управления, регулирования и защиты с использованием стандартных функциональных блоков;
- создание мнемосхем (видеокадров) для визуализации состояния технологических объектов;
- конфигурирование отчетных документов (лог событий, протоколов).

Средства создания специального прикладного ПО должны включать в себя технологические и универсальные языки программирования и соответствующие средства разработки (компиляторы, отладчики).

Базовое прикладное ПО должно обеспечивать выполнение стандартных функций соответствующего уровня АС (опрос, измерение, фильтрация, визуализация, сигнализация, регистрация и др.).

Специальное прикладное ПО должно обеспечивать выполнение нестандартных функций соответствующего уровня АС (специальные алгоритмы управления, расчеты и др.).

1.8 Метрологическое обеспечение

Для данной системы необходим расходомер изменения давления нефти в трубопроводе. Основная относительная погрешность измерения расходомера должна составлять не более 1 %.

Основная относительная погрешность сигнализаторов должна составлять не более 0,2 %.

Для узла измерения уровня нефти в ёмкости сбора нефти используют уровнемер. Основная погрешность измерения уровня должна составлять не более 0,125 %.

1.9 Математическое обеспечение

Математическое обеспечение АС должно представлять собой совокупность математических методов, моделей и алгоритмов обработки информации, используемых при создании и эксплуатации АС и позволять реализовывать различные компоненты АС средствами единого математического аппарата.

1.10 Информационное обеспечение

Информационное обеспечение должно быть достаточно по объему и содержанию для оперативной и достоверной оценки состояния технологического оборудования, режимов его работы, функционирования подсистем АСУ ТП и распознавания отказов. Его возможности должны быть таковы, чтобы, не допуская информационной перегрузки оперативного персонала, предоставлять ему своевременную и достаточную информацию для принятия оптимальных решений.

В состав данных, используемых в АСУТП в процессе работы должны входить:

- данные о текущем состоянии объекта (мгновенные значения параметров объекта, состояние исполнительных механизмов и др.);
- регистрируемые и архивируемые параметры объекта;
- данные по настроечным коэффициентам (уставки сигнализации, защит, блокировок, параметры регулирования).

Технические меры должны предусматривать размещение аппаратуры ПТК в помещениях, защищенных от доступа лиц, не имеющих допуска к работе с ПТК. При размещении аппаратуры нижнего уровня ПТК в незащищенных от доступа посторонних лиц помещениях, аппаратура ПТК конструктивно должна быть скомпонована в защищенных от доступа посторонних лиц шкафах.

Организационные меры должны обеспечивать выполнение работ по эксплуатации и обслуживанию АСУТП персоналом различных категорий только в пределах своей компетенции, оговоренной должностными инструкциями, эксплуатационной и ремонтной документацией (реализуется Заказчиком).

Ограничить доступ к сменным дисководам станций верхнего уровня, а также запретить запуск программ пользователем (кроме технологических) с помощью специального инструментального ПО. Дисководы станций должны использоваться только для восстановления ПО после ремонта станции или для съема подготовленных данных (реализуется Заказчиком).

2 Практическое применение автоматизированной системы сглаживания волн давления

2.1 Описание технологического процесса

В приложении А показана функциональная схема ССВД.

Для защиты трубопровода и оборудования от разрушительных волн давления используется система сглаживания волн давления защищая трубопровод от гидроудара (ССВД). Сглаживание с помощью ССВД волны давления, образующейся на входе в НПС при ее остановке, производится за счет сброса «лишней» нефти из трубопровода в безнапорные емкости. Исключается быстрое торможение потока нефти в трубопроводе, приводящее к резкому росту давления. Система настроена таким образом, что сбросные клапаны открываются ровно настолько, чтобы обеспечить нарастание давления в строго заданных пределах (0,01– 0,03) МПа в секунду [6].

2.2 Выбор архитектуры АС

В основе разработки архитектуры пользовательского интерфейса проекта АС лежит понятие ее профиля. Под профилем понимается набор стандартов, ориентированных на выполнение конкретной задачи. Основными целями применения профилей являются:

- снижение трудоемкости проектов АС;
- повышение качества оборудования АС;
- обеспечение расширяемости (масштабируемости) АС по набору прикладных функций;
- обеспечение возможности функциональной интеграции задач информационных систем.

Профили АС включают в себя следующие группы:

- профиль прикладного программного обеспечения;
- профиль среды АС;

- профиль защиты информации АС;
- профиль инструментальных средств АС.

В качестве профиля прикладного программного обеспечения будет использоваться открытая и готовая к использованию SCADA-система SimpLight-Scada. Профиль среды АС будет базироваться на операционной системе Windows 7. Профиль защиты информации будет включать в себя стандартные средства защиты Windows. Профиль инструментальных средств будет основываться на среде OpenPCS.

Концептуальная модель архитектуры OSE/RM НПС представлена на рисунке 1.

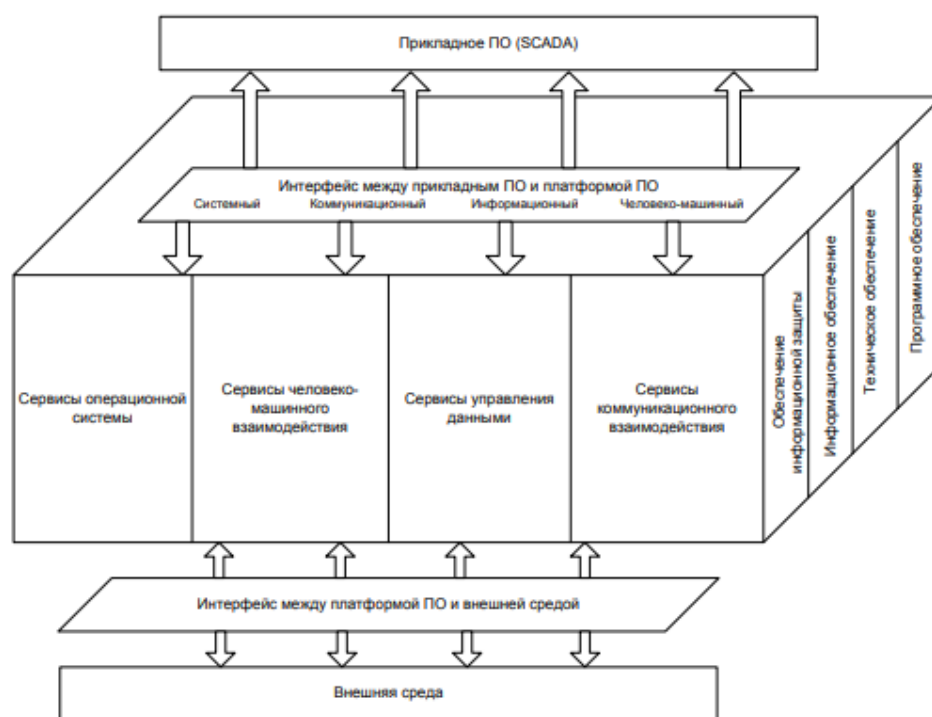


Рисунок 1 – Концептуальная модель архитектуры OSE/RM НПС

Концептуальная модель архитектуры OSE/RM предусматривает разбиение ПО на три уровня:

- внешняя среда;
- платформа сервисов;
- прикладное ПО.

Уровни связываются (взаимодействуют) между собой через интерфейсы.

Внешней средой АС является полевой уровень АС.

Платформа сервисов предоставляет сервисы классов API и EEI через соответствующие интерфейсы.

Верхний уровень (прикладное ПО) включает в себя SCADA-системы, СУБД и HMI.

Наиболее актуальными прикладными программными системами АС являются открытые распределенные АС с архитектурой клиент-сервер. Для решения задач взаимодействия клиента с сервером используются стандарты OPC. Суть OPC сводится к следующему: предоставить разработчикам промышленных программ универсальный интерфейс (набор функций обмена данными с любыми устройствами АС) [7].

На рисунке 2 приведена структура OPC-взаимодействий SCADA НПС.

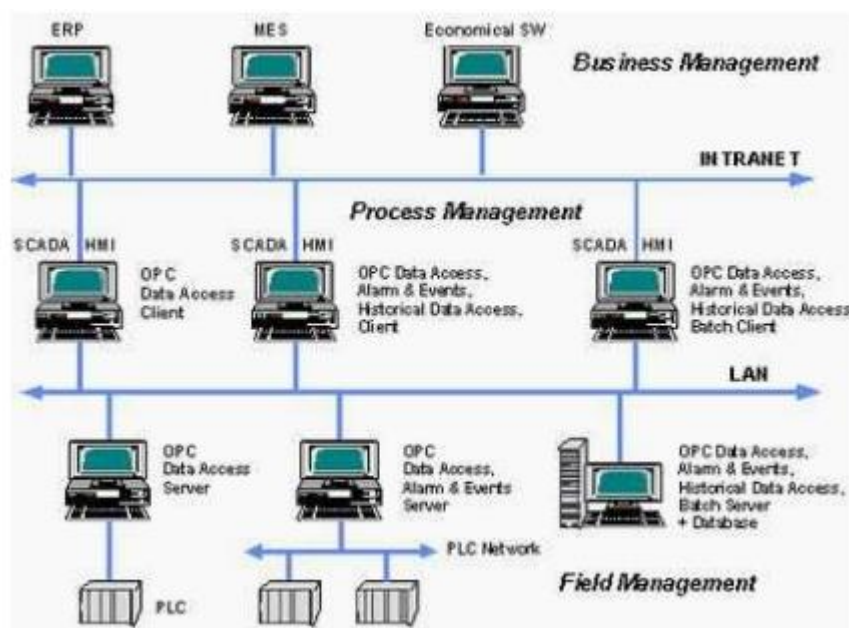


Рисунок 2 – Структура OPC-взаимодействий SCADA

Взаимодействие ПЛК со SCADA осуществляется посредством OPC сервера.

Датчики и исполнительные устройства связаны со SCADA посредством унифицированного токового сигнала (4–20) мА. Широко применяется для организации связи промышленного электронного оборудования. Использует

для передачи данных последовательные линии связи RS-485, RS-422, RS-232, а также сети TCP/IP. Доступ к устройствам полевого уровня (датчикам, исполнительным устройствам) со всех уровней управления предприятием осуществляется посредством стандарта PROFINET (IEC 61850), который поддерживает практически все существующие сети полевого уровня (PROFIBUS, Ethernet, AS-I, CAN, LonWorks и др.).

Связь источника бесперебойного питания со SCADA осуществляется посредством протокола SNMP, который позволяет контролировать всю сетевую инфраструктуру, управляя сетевым оборудованием различных типов, наблюдать за работой служб OSE/RM и анализировать отчеты по их работе за заданный период. SNMP предназначен для мониторинга состояния сети АС и управления сетевыми устройствами.

Формирование отчетов, информационный обмен данными в АС строится с использованием протокола ODBC, который позволяет единообразно оперировать с разными источниками данных.

Основными стандартами OPC являются следующие [8]:

- OPC DA (Data Access), описывающий набор функций обмена данными в реальном времени с ПЛК и другими устройствами;
- OPC AE (Alarms & Events), предоставляющий функции уведомления по требованию о различных событиях;
- OPC DX (Data eXchange), предоставляющий функции организации обмена данными между OPC-серверами через сеть Ethernet;
- OPC XML-DA (XML-Data Access), предоставляющий гибкий, управляемый правилами формат обмена данными через Intranet-среду.

Профиль среды АС должен включать в себя стандарт протокола транспортного уровня Modbus, стандарты локальных сетей (стандарт Ethernet IEEE 802.3 или стандарт Fast Ethernet IEEE 802.3 u), а также стандарты средств сопряжения проектируемой АС с сетями передачи данных общего назначения (в частности, RS-485, сети CAN, ProfiBus и др.).

Профиль защиты информации должен обеспечивать реализацию политики информационной безопасности. Функциональная область защиты информации включает в себя функции защиты, реализуемые разными компонентами АС:

- функции защиты, реализуемые операционной системой;
- функции защиты от несанкционированного доступа, реализуемые на уровне программного обеспечения промежуточного слоя;
- функции управления данными, реализуемые СУБД;
- функции защиты программных средств, включая средства защиты от вирусов;
- функции защиты информации при обмене данными в распределенных системах;
- функции администрирования средств безопасности.

Основополагающим документом в области защиты информации в распределенных системах являются рекомендации Х.800, принятые МККТТ (сейчас ITU-T) в 1991 г. Подмножество указанных рекомендаций составляет профиль защиты информации в АС с учетом распределения функций защиты информации по уровням концептуальной модели АС и взаимосвязи функций и применяемых механизмов защиты информации.

Профиль инструментальных средств, встроенных в АС, должен отражать решения по выбору методологии и технологии создания, сопровождения и развития конкретной АС [9]. Функциональная область профиля инструментальных средств, встроенных в АС, охватывает функции централизованного управления и администрирования, связанные:

- с контролем производительности и корректности функционирования системы в целом;
- управлением конфигурацией прикладного программного обеспечения, тиражированием версий;
- управлением доступом пользователей к ресурсам системы и конфигурацией ресурсов;

- перенастройкой приложений в связи с изменениями прикладных функций АС;
- настройкой пользовательских интерфейсов (генерация экранных форм и отчетов);
- ведением баз данных системы;
- восстановлением работоспособности системы после сбоев и аварий.

2.3 Структурная схема АС

Объектом управления является ССВД. Система сглаживания волн давления при остановке насосного агрегата или НПС на приеме станции происходит резкое изменение скорости движения нефти, и вследствие инерционности потока происходит рост давления [10].

Специфика каждой конкретной системы управления определяется используемой на каждом уровне программно-аппаратной платформой. Трехуровневая структура АС приведена в приложении Б.

АСУ ТП ССВД представляет собой трехуровневую систему управления [11].

Нижний (полевой) уровень состоит из первичных датчиков (четыре датчика уровня, два дифференциальных манометра, два датчика давления исполнительных устройств (клапанов с электроприводом).

Средний (контроллерный) уровень состоит из локального контроллера.

Верхний (информационно-вычислительный) уровень состоит из компьютеров и сервера базы данных, объединенных в локальную сеть Ethernet. На компьютерах диспетчера и операторов установлены операционная система Windows 7 и программное обеспечение.

Обобщенная структура управления АС приведена в приложении Б.

Информация с датчиков полевого уровня поступает на средний уровень управления локальному контроллеру (ПЛК). Он выполняет следующие функции:

- сбор, первичную обработку и хранение информации о состоянии оборудования и параметрах технологического процесса;
- автоматическое логическое управление и регулирование;
- исполнение команд с пункта управления;
- обмен информацией с пунктами управления.

Информация с локального контроллера направляется в сеть диспетчерского пункта через коммуникационный контроллер верхнего уровня, который реализует следующие функции [12]:

- сбор данных с локальных контроллеров;
- обработка данных, включая масштабирование;
- поддержание единого времени в системе;
- синхронизация работы подсистем;
- организация архивов по выбранным параметрам;
- обмен информацией между локальными контроллерами и верхним уровнем.

Диспетчерский пункт (ДП) включает несколько станций управления, представляющих собой АРМ диспетчера/оператора. Также здесь установлен сервер базы данных. Компьютерные экраны диспетчера предназначены для отображения хода технологического процесса и оперативного управления.

Все аппаратные средства системы управления объединены между собой каналами связи. На нижнем уровне контроллер взаимодействует с датчиками и исполнительными устройствами. Связь между локальным контроллером и контроллером верхнего уровня осуществляется на базе интерфейса Ethernet.

Связь автоматизированных рабочих мест оперативного персонала между собой, а также с контроллером верхнего уровня осуществляется посредством сети Ethernet.

2.4 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема автоматизации приведена в Приложении В. Схема является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации [13]. На функциональной схеме изображаются системы автоматического контроля, регулирования, дистанционного управления, сигнализации.

Все элементы систем управления показываются в виде условных изображений и объединяются в единую систему линиями функциональной связи. Оборудование на схеме показывается в виде условных изображений.

При исполнении функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи:

- задача получения первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- задача непосредственного воздействия на технологический процесс для управления им и стабилизации технологических параметров процесса;
- задача контроля и регистрации технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования.

2.5 Комплекс аппаратно-технических средств

Комплекс аппаратно-технических средств (КАТС) АСУ с диагностикой электроавтоматики узла включает в себя устройства измерения и индикации, интерфейсные линии связи, а также систему диагностики электроавтоматики [14].

Измерительные устройства осуществляют сбор информации о технологическом процессе и посредством, коммуникационных интерфейсов

осуществляют передачу этой информации на верхний уровень Системы (на АРМ оператора).

2.5.1 Выбор устройств измерения

В ходе технологического процесса в соответствии с ТЗ предпочтение отдается интеллектуальным датчикам с унифицированным токовым сигналом (4 – 20) мА, при этом подбор необходимо вести для агрессивных сред, со взрывозащищенным корпусом и искробезопасными цепями [15].

2.5.1.1 Датчики давления

Для выбора датчиков давления был проведен сравнительный анализ следующих датчиков:

- Yokogawa EJA110E;
- КВАРЦ -2;
- Rosemount 3051T;
- АИР-10Н.

Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение датчиков давления

Критерии выбора	Yokogawa EJA110E	Rosemount 3051T	КВАРЦ-2	АИР-10Н
Измеряемая среда	Газ, жидкость, пар, нефтепродукты	Газ, жидкость, пар, нефтепродукты	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар
Диапазоны пределов измерений	(0 – 14) МПа	(0–13,7) МПа	(0–100) МПа	(0–25) МПа
Предел допускаемой погрешности	0,055 %	0,065 %	0,1 %	0,1 %
Перестройка диапазонов измерений	1:200	100:1	-	25:1

Продолжение таблицы 1

Критерии выбора	Yokogawa EJA110E	Rosemount 3051T	КВАРЦ-2	АИР-10Н
Выходной сигнал	(4 – 20) мА +HART	(4 – 20) мА +HART	(4 – 20) мА	(4 – 20) мА +HART
Взрывозащищенность	Ex0ExiaIICT4 / 1ExdIICT6	ExiaIICT5	ExiaIICT5 X	Ex (ExiaIICT 6 X)
Температура окружающей среды	(от минус 40 до 85) °С	(от минус 40 до 85) °С	(от минус 40 до 65) °С	(от минус 60 до 70) °С
Срок службы	12 лет	12 лет	6 лет	12 лет
Степень защиты от пыли и воды	IP 67	IP65	IP54	IP67

Для измерения давления был выбран датчик Yokogawa EJA110E (рисунок 3), датчик удовлетворяет степени взрывозащиты, имеется протокол HART и степень защиты от пыли и влаги [16].



Рисунок 3 – Датчик давления Yokogawa EJA110E

Высокопроизводительный датчик перепада давления имеет монокристаллический кремниевый резонансный чувствительный элемент и предназначен для измерения расхода жидкости, газа, пара и нефтепродуктов, а также может быть использован для измерения уровня, плотности и давления. Его выходной сигнал (4 – 20) мА постоянного тока соответствует величине измеренного перепада давления.

Точный и стабильный датчик также может быть использован для измерения статического давления, которое может отображаться на встроенном

индикаторе или удаленно контролироваться посредством связи по протоколу BRAIN или HART. Среди других ключевых особенностей: быстрый отклик, удаленная настройка с использованием цифровой связи и самодиагностика.

5-разрядный цифровой индикатор, 6-разрядный дисплей единиц и гистограмма. Индикатор можно сконфигурировать для периодического отображения от одной до четырех приведенных ниже переменных: Измеренный перепад давления, перепад давления в %.

Таблица 2 – Технические характеристики Yokogawa EJA110E

Техническая характеристика	Значение
Абсолютное давление (ДА)	0 кПа...16 МПа
Дифференциальное давление (ДД)	0,4 кПа...16 МПа
Выходной сигнал	(4–20) мА + HART
Конфигурирование	HART протокол
Погрешность	от $\pm 0,2$ %
Климатические исполнения	T4 (от минус 40 до 60)°C
Пылевлагозащита	IP67
Варианты исполнения	общепромышленное, Ex (ExiaIICT6 X), Exd (1ExdIICT6)
Индикация	предоставляет легкую и быструю настройку параметров тэг-номеров, единиц измерения, LRV, URV
Электромагнитная совместимость (ЭМС)	IIIА
Гарантийный срок	10 лет

2.5.1.2 Выбор уровнемера

В процессе работы насосов необходимо контролировать уровень жидкости в нем. В качестве уровнемеров были рассмотрены следующие виды:

- NIVELCO NivoTRACK;
- Rosemount 3300;
- Eclipse 705.

Сравнение уровнемеров приведено в таблице 3

Таблица 3 – Технические характеристики выбранных уровнемеров

Критерии выбора	NIVELCO NivoTRACK	Eclipse 705	Rosemount 3300
Диапазон измерения	(0,5-10) м	(0–23) м	(0,1–22) м
Предел допускаемой погрешности	1 мм	2,5 мм	5 мм
Выходной сигнал	(4–20) мА	(4–20) мА+ HART	(4–20) мА+ HART
Взрывозащищенность	Ex Exd	Ex Exd	Ex Exd
Температура окружающей среды	(от минус 40 до 110)°С	(от минус 40 до 120) °С	(от минус 40 до 65) °С
Срок службы	12 лет	12 лет	12 лет
Степень защиты от пыли и воды	IP 67	IP67	IP67

Из рассмотренных вариантов уровнемеров NIVELCO NivoTRACK не подходит из-за диапазона измерения, отсутствия HART-протокола. Уровнемер Rosemount 3300 не подходит, т.к. предел допускаемой погрешности слишком велик. Для измерения уровня был выбран Eclipse 705 (рисунок 4).



Рисунок 4 – Уровнемер Eclipse 705

Уровнемер с питанием от источника постоянного напряжения 24 В. Измерение происходит с помощью волноводного радара, работающим

по двухпроводной схеме. Имеется обычное и взрывобезопасное исполнение. Выходной сигнал (4–20) мА, HART-протокол.

На результаты измерений не влияют характеристики среды, например, диэлектрическая проницаемость, давление, плотность, вязкость. Простота конфигурирования – нет необходимости в имитации уровня.

Вращающийся на 360° корпус, который можно демонтировать без сброса давления в резервуаре благодаря узлу “быстрого” соединения с зондом. Двухстрочный 8-символьный ЖК-дисплей с 3 кнопками.

Волноводный радарный уровнемер Eclipse 705 реализован на основе метода рефлектометрии с временным разрешением (рисунок 5). В методе TDR используются импульсы электромагнитной энергии, передаваемые по волноводу (зонд). При достижении импульсом поверхности жидкости, имеющей более высокую диэлектрическую проницаемость, чем у воздуха, в котором он распространялся перед этим, импульс отражается.

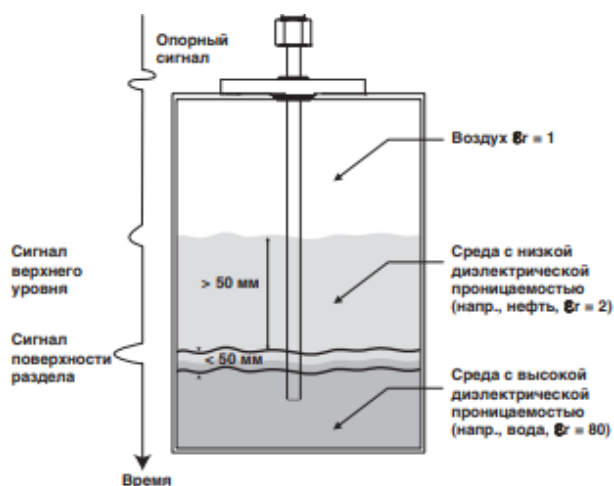


Рисунок 5 – Принцип работы Eclipse 705

Быстродействующая схема измерения времени точно определяет время распространения импульса и обеспечивает точное измерение уровня жидкости. Даже после отражения импульса от верхней поверхности, некоторая часть энергии продолжает распространяться вниз по GWR-зонду через слой жидкости, находящейся сверху.

Отражение импульса происходит снова, когда он достигает нижней жидкости, имеющей более высокую диэлектрическую проницаемость

2.5.1.3 Выбор датчика сигнализатора уровня

Постоянно в процессе работы станции должно контролироваться уровень емкости в жидкости для предотвращения разлива нефти из емкости сброса нефти. На производстве используется датчик Omuv 05-1 (рисунок 6).



Рисунок 6 - Датчик сигнализации уровня Omuv 05-1

Технические характеристики Omuv 05-1 приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики Omuv 05-1

Наименование параметра	Значение
Длина зонда	(500-6000) мм
Выходной сигнал	(4–20) мА
Рабочая температура, °С	от минус 60 до 90 °С
Взрывозащищённая оболочка	Ex
Степень защиты от влаги и пыли	IP 67
Погрешность измерения, не более, %	±0,1

Принцип действия датчика основан на вертикально выступающей верхней части резервуара с фланцем, по которому текущий уровень жидкости передается с помощью магнитного поплавка. В зависимости от датчиков в пробирке, он может использоваться в качестве 1, 2, 3 или 4-точечного реле уровня или в качестве непрерывного датчика или измерителя уровня с выходным сигналом (4–20) мА.

Приборы для контроля уровня "Omiv" применяются в качестве аварийного выключателя уровня для предотвращения перелива. Если прибор для восприятия уровня типа "Omiv 05-1" как в нашем случае используется в качестве аварийного выключателя уровня для слежения за утечками в ёмкости. Прибор воспринимает превышение аварийного заданного максимального уровня и обеспечивает возможность блокировки с помощью сигнализации на АРМ оператора.

2.5.1.4 Предохранительный клапан типа «Флекс-фло»

Клапан «Флекс-фло» (рисунок 7) состоит из корпуса, перегородженным в середине сердечником с узкими продольными щелями, на который натянута эластичная манжета из толстой синтетической резины.

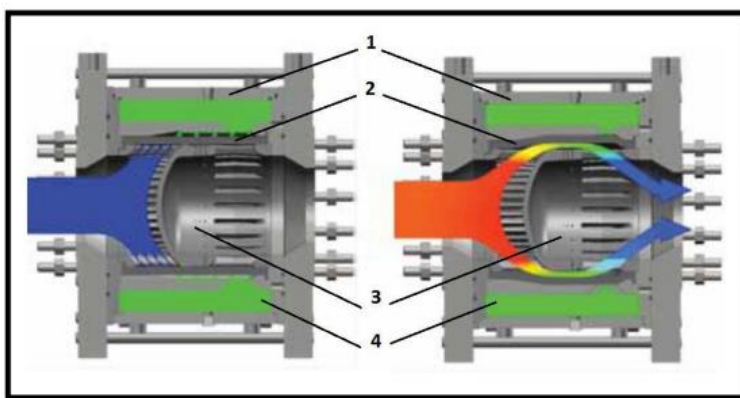


Рисунок 7 – Предохранительный клапан типа «Флекс-фло»
1 – Корпус, 2 - Резиновая манжета, 3 - Внутренний перфорированный цилиндр с перегородкой, 4 - Газовая полость (газовая пружина).

Эластичная манжета препятствует перетеканию нефти, прижимаясь к сердечнику, это происходит, когда давление в газовой полости 4 клапана больше или равно давлению нефти в нефтепроводе. Если же давление нефти в нефтепроводе превышает давление газа в газовой полости клапана, то резиновая манжета начинает растягиваться, отжимается от перфорации и обеспечивает сброс нефти в сбросную емкость [17].

2.5.1.5 Предохранительные клапаны сглаживания волн давления Danflo

Из рисунка 8 можно отметить, что степень открытия сбросного клапана изменяется в пределах: $0 - X_{max}$, где X_{max} это максимальный ход поршня клапана, который определяется размерами клапана и его конструкцией. Вид клапана представлен на (рисунке 8).



Рисунок 8 – Клапан «Danflo»

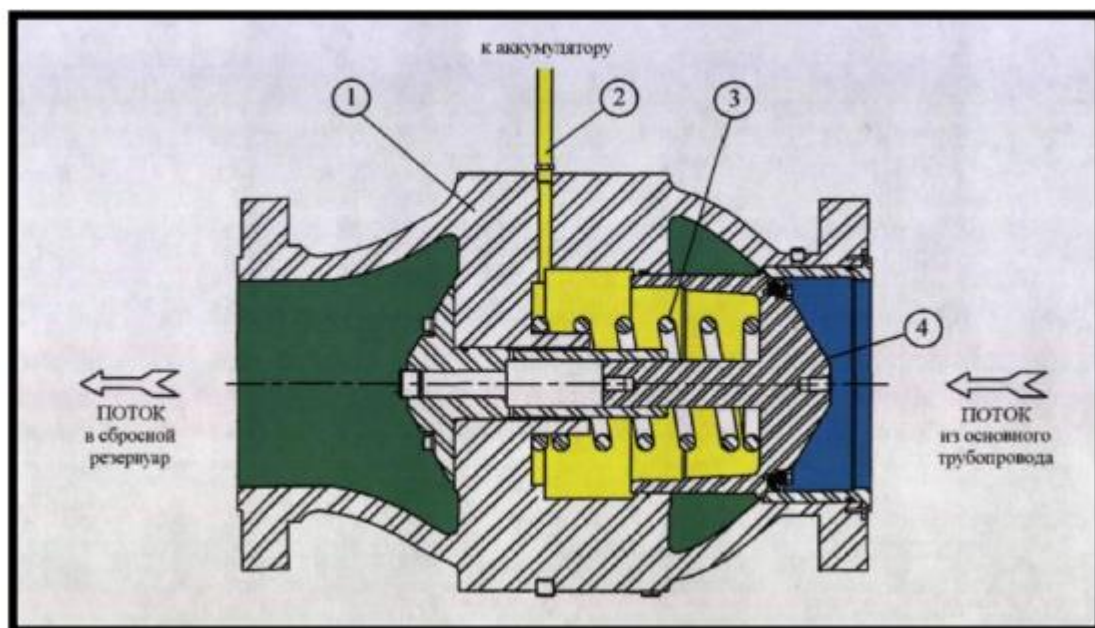


Рисунок 9 – Схема клапана «Danflo»

1–корпус клапана; 2 – линия связи с газовой полостью аккумулятора; 3 – пружина клапана; 4 – подвижный поршень клапана

Для того чтобы сбросной клапан «Danflo» открылся превышение давления нефти в трубопроводе над давлением газа внутри клапана $\Delta P_{\text{откр}}$ должно скомпенсировать [18]:

- разную площадь со стороны нефти и газа в закрытом состоянии;
- начальное поджатие пружины клапана

Превышение давления, при котором клапан должен открыться, $\Delta P_{\text{откр}}$, составляет (0,1–0,3) МПа.

Как только сбросной клапан открывается, нефть начинает обтекать поршень со всех сторон, тем самым происходит сброс нефти в резервуар.

Предохранительные клапаны сглаживания волн давления жидкости Danflo предназначены в первую очередь для контроля резкого изменения давления в жидкостных системах. При повышении давления данный клапан быстро открывается, а затем постепенно закрывается. Скорость реакции подобного клапана характеризуется способностью снижать давление потока жидкости в определенный период времени. Насколько быстро клапан

сработает зависит от конкретных условий использования, но как правило время составляет не более 120 миллисекунд.

Основные особенности:

- Быстродействие клапана позволяет быстро и своевременно реагировать на изменение давления в системе жидкости;
- Дополнительный резерв по пропускной способности клапанов позволяет справляться с более высокими скачками давления, чем расчетные.

2.5.1.6 Выбор контроллерного оборудования

Задачей выбора средств реализации проекта автоматизированной системы (АС) является анализ вариантов, выбор компонентов АС и анализ их совместимости [19].

Конкретные типы средств автоматизации выбирают с учетом особенностей технологического процесса и его параметров.

В первую очередь принимают во внимание такие факторы, как пожара и взрывоопасность, агрессивность и токсичность среды, число параметров, участвующих в управлении, и их физико-химические свойства, дальность передачи сигналов информации и управления, требуемые точность и быстродействие. Эти факторы определяют выбор методов измерения технологических параметров, требуемые функциональные возможности регуляторов и приборов (законы регулирования, показание, запись и т.д.), диапазоны измерения, классы точности, вид дистанционной передачи и т.д.

Основная задача автоматизированной системы (АС) – это выполнение алгоритмов автоматизированного управления технологическим процессом (ввод сигналов измерений, вычисление регулирующего воздействия, вывод сигналов управления исполнительным органом). Для решения этих задач используется программируемый логический контроллер (ПЛК), который включает в себя процессорный модуль и модули ввода-вывода (устройства

сопряжения с объектом (УСО). Для этого УСО осуществляют, в случае необходимости, нормализацию сигналов (приведение к унифицированному уровню сигналов), преобразование их в цифровой код и ввод/выводные операции с сигналами измерения и управления.

При работе над выпускной квалификационной работой было рассмотрено несколько семейств программируемых контроллеров различных производителей, представленных ниже.

ЭМИКОН DCS-2000

Модули серии DCS-2000 исполнения M1 представлены модулями центральный процессор (ЦПУ) и модулями устройства связи с объектом (УСО).

Модули ЦПУ построены на базе x86-совместимых микропроцессоров. Основным атрибутом модулей ЦПУ служит устройство резервирования, которое необходимо для обеспечения надежной работы системы автоматизации.

Для программирования контроллеров серии DCS-2000 (M1) фирмой "ЭМИКОН" используются язык программирования CONT и система программирования CONT-Designer, базирующаяся на этом языке.

Модуль CPU-17B программируется с помощью системы программирования CONT-Designer.

Модуль CPU-19A программируется в среде программирования CoDeSys.

Модули УСО являются интеллектуальными. Они оснащены высокопроизводительными микроконтроллерами типа AVR, которые позволяют производить первичную обработку входных сигналов, освобождая, тем самым, ЦПУ для выполнения сложных алгоритмов управления [20].

Информационный обмен между модулями УСО и модулями ЦПУ осуществляется по двум интерфейсным каналам RS-485, протокол MODBUS RTU. Использование последовательных каналов для комплексирования модулей позволяет обеспечивать большую масштабируемость (к одному ЦПУ

можно подключить до 64 модулей ввода-вывода), что удобно для модификации систем автоматизации. Для соединения контроллеров, построенных на базе модулей серии DCS-2000, с устройствами других уровней систем автоматизации, используются коммуникационные модули CI-06B, CI-07A, CI-02B, которые обеспечивают информационный обмен по каналам ETHERNET и RS-485.

Модули УСО являются взрывозащищенными с маркировкой взрывозащиты [Exib]IICX, устанавливаются вне взрывоопасных зон и искробезопасными цепями могут быть связаны с датчиками, расположенными во взрывоопасных зонах классов В-1а и В-1г.

Modicon Quantum M340

Модульный программируемый контроллер для решения задач автоматизации низкого и среднего уровня сложности. Широкий спектр модулей для максимальной адаптации к требованиям решаемой задачи. Использование распределенных структур ввода-вывода и простое включение в сетевые конфигурации. Удобная конструкция и работа с естественным охлаждением. Свободное наращивание функциональных возможностей при модернизации системы управления. Высокая мощность благодаря наличию большого количества встроенных функций:

- Высокая скорость сканирования и обработки ввода-вывода;
- Многозадачная система для гарантированного времени отклика;
- USB порт для программирования;
- 2 дополнительных порта по желанию: Ethernet, CANopen, Modbus;
- Создание резервной копии приложения на карте памяти;
- Дополнительное файловое хранилище емкостью до 16 Мб с FTP-доступом;
- Управление процессами (встроенная библиотека управления процессами). Множество встроенных в модуль портов связи;

– Передняя панель последних моделей оснащена удобным ЖК-дисплеем для диагностики и обслуживания. Предлагаемые ЦП различаются по объему памяти, скорости обработки и дополнительным функциям связи.

Функция безопасной памяти с резервным копированием. Прикладная программа центральный процессор (ЦП) хранится во внутренней оперативной памяти с резервной подпиткой от элемента питания. Элемент питания расположен в передней части модуля, его замена выполняется при работающем ЦП.

Переключатель позволяет предотвратить несанкционированное вмешательство по удаленному соединению.

Для защиты прикладной программы от непреднамеренного изменения в процессе эксплуатации на передней панели ЦП предусмотрен клавишный переключатель. Этот клавишный переключатель также может быть использован для запуска и останова ЦП. Осуществление по интерфейсным каналам RS-485/232. ЦП оснащен ЖК-дисплеем и с помощью клавиатуры могут выполняться диагностика ЦП и его включение/выключение.

Из рассмотренных вариантов ПЛК сразу исключается ЭМИКОН DCS-2000 т.к., он не поддерживает протокол HART. Выбор падает на Modicon Quantum M340 широко применим в промышленности тем самым он зарекомендовал себя с положительной стороны.

Modicon Quantum M340 – это универсальный модульный программируемый контроллер, обладающий повышенной гибкостью памяти и функциональностью наивысшего класса. Несмотря на небольшие габариты Modicon M340 обладает большой производительностью, высокой скоростью обработки двоичных инструкций. Наличие широкой гаммы центральных процессоров, модулей ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов, функциональных и коммуникационных модулей, модулей блоков питания и интерфейсных модулей. ПЛК Modicon M340 используются в наиболее ответственных отраслях промышленности.

Состав серии Modicon Quantum M340

CPU - Стандартный и усовершенствованный процессорные модули платформы автоматизации обеспечивают полноценное управление всем монтажным шасси ПЛК, оснащенным максимум 11 слотами под установку.

PS - блоки питания контроллера от сети переменного или постоянного тока.

SM - сигнальные модули, предназначенные для ввода и вывода дискретных и аналоговых сигналов и модули со встроенными Ex-барьерами.

FM – функциональные модули для организации модемной связи. Оснащены встроенным микропроцессором и могут выполнять задачи автоматического регулирования, позиционирования, скоростного счета, взвешивания, управления перемещением и т.д

IM - интерфейсные модули для подключения стоек расширения к базовому блоку контроллера. Позволяют использовать в системе локального ввода-вывода до 64 модулей различного назначения.

Центральный процессор CPU 580 Modicon Quantum M340 (рисунок 10) с встроенным интерфейсом MPI для построения небольших систем управления, включающих в состав системы локального ввода-вывода до 6 сигнальных, функциональных и коммуникационных модулей:

- Рабочая память - 96 кбайт;
- Расширение до - 64 модулей M340 на контроллер.



Рисунок 10 – Центральный процессор CPU 580 Modicon Quantum M340

Модули ввода дискретных сигналов DDI 140 (рисунок 11) предназначены для преобразования входных дискретных сигналов контроллера в его внутренние логические сигналы.



Рисунок 11 – Модули ввода дискретных сигналов DDI 140

2.6 Схема внешних проводок

Схема внешней проводки приведена в приложении Г. Первичные и внешние щитовых приборов включают в себя уровнемер Eclipse 705, расположенный в буферных емкостях Е-1 – Е5, сигнализации уровня Omuv 05-1, датчик давления Yokogawa EJA110E. В уровнемере присутствует встроенный преобразователь излученного и принятого сигнала [21]. Таким образом, на выходе уровнемера имеется унифицированный токовый сигнал (4–20) мА. Датчик давления имеет встроенный преобразователь сигнала, таким образом, на выходе имеем токовый сигнал (4–20) мА.

Для передачи сигналов от уровнемера, датчиков давления, сигнализатора уровня на щит КИП и А используются по три провода. В качестве кабеля выбран КВВГЭ-нг. Кабель с медными токопроводящими жилами с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке, с экраном и служит для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным

напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В при температуре окружающей среды от минус 50 °С до 50 °С. Медные токопроводящие жилы кабелей КВВГЭ-нг выполнены одно проволочными. Изолированные жилы скручены. Кабель прокладывается в трубе диаметром 20 мм.

2.7 Алгоритм управления

В данной ВКР описана алгоритм управления существующими электроприводами задвижками.

Алгоритмы разрабатываются для существующей системы управления электроприводных задвижек, построенной на базе ПЛК Modicon Quantum M340.

Алгоритм управления преследует следующие цели:

- достоверности данных по состоянию технологического оборудования;
- повышение качества ведения технологического режима и его безопасности;
- повышение уровня информированности персонала;
- повышение оперативности действий персонала;
- улучшение экологической обстановки на объекте;
- повышение надежности управления объектом.

Функционирование алгоритмов позволяет собирать и обрабатывать входные сигналы, поступающие на АРМ оператора, и команды оператора, а также выдавать управляющие воздействия на исполнительные механизмы и сообщения оператору [22].

Входной информацией для алгоритмов является:

- конфигурационные данные ПЛК;
- значения аналоговых и дискретных сигналов, поступающих на модули ввода ПЛК с преобразователей и датчиков;
- данные которые поступают по интерфейсу;

- данные, формируемые при управлении технологическим оборудованием с АРМ оператора.

При разработке алгоритмов функционирования электроадвижек были приняты следующие допущения:

- существуют локальные автоматические системы контроля и управления;

- система управления является иерархической и представляет собой многоуровневую человеко-машинную систему управления;

- информационная сеть является распределенной;

- функционирование одних технологических объектов зависит от работы других технологических объектов и от управляющих воздействий, выдаваемых на эти объекты;

- система будет реализована программными средствами стандартной SCADA-системы и стандартных программных средств обработки данных с применением языков высокого уровня.

Принятая модель построения системы соответствует реальному процессу и обеспечивает последовательную работу ее частей (исполнительных механизмов) в следующих режимах:

- автономное включение, настройка и проверка сети контроллеров;

- включение, настройка, проверка и запуск системы контроля и управления;

- текущая работа системы в режимах:

- 1) местном (ручном);

- 2) дистанционном;

- 3) автоматическом;

- 4) настройки;

- восстановление работы системы.

При представлении алгоритмов в виде блок-схем использованы следующие элементы.

2.7.1 Алгоритм сбора данных измерений

В качестве канала измерения выберем канал измерения давления в нагнетающем коллекторе. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных. Алгоритм сбора данных с канала измерения давления в нагнетающем коллекторе представлен в приложении Г.

2.7.2 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром

В процессе работы ССВД необходимо поддерживать давление в трубопроводе нагнетательного коллектора, чтобы оно не превышало заданного уровня, исходя из условий прочности трубопровода, и не падало ниже заданного уровня, исходя из условий кавитации насосных агрегатов. Поэтому в качестве регулируемого параметра технологического процесса выбираем давление нефти в нагнетательном коллекторе на выходе насосного агрегата. В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм пропорционально – интегрально – дифференцирующий регулятор (ПИД) регулирования, который позволяет обеспечить хорошее качество регулирования, достаточно малое время выхода на режим и невысокую чувствительность к внешним возмущениям.

ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения.

Структурная схема автоматического регулирования давлением приведена на (рисунке 12). Данная схема состоит из следующих основных элементов: задание, ПЛК с ПИД-регулятором, регулирующий орган, объект управления.



Рисунок 12 – Функциональная схема системы поддержания давления в трубопроводе

Объектом управления является участок трубопровода после насосного агрегата. С панели оператора задается давление, которое необходимо поддерживать в трубопроводе. Далее это давление приводится к унифицированному токовому сигналу (4–20) мА и подается на ПЛК. В ПЛК также подается значение с датчика давления, происходит сравнение значений, и формируется выходной токовый сигнал. Этот сигнал подается на преобразователь, на выходе которого имеет напряжение питания двигателя насоса. На выходе двигателя насоса получаем угловую скорость, пропорционально которой изменяется нагнетаемая жидкость. Далее в зависимости от открытия или закрытия задвижки происходит изменение давления в трубопроводе.

2.8 Экранные формы АС ССВД

Управление АС ССВД реализовано с использованием SCADA-системы Simplight SCADA компании. Ее основная задача – это отображение процессов, протекающих на станции, сигнализация об авариях и регистрация данных.

Эта SCADA-система предназначена для использования на действующих технологических установках в реальном времени и требует использования компьютерной техники в промышленном исполнении, отвечающей жестким требованиям в смысле надежности, стоимости и безопасности. SCADA система Simplight обеспечивает возможность работы с оборудованием различных производителей с использованием OPC-

технологии. Другими словами, выбранная SCADA-система не ограничивает выбор аппаратуры нижнего уровня, т.к. предоставляет большой набор драйверов или серверов ввода/вывода. Это позволяет подключить к ней внешние, независимо работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули сторонних производителей.

Управление в АС нефтеперекачивающей станции (НПС) реализовано с использованием SCADA-системы Simplight Scada. Ее основная задача – это отображение процессов, протекающих на станции, сигнализация об авариях и регистрация данных. Эта SCADA-система предназначена для использования на действующих технологических установках в реальном времени и требует использования компьютерной техники в промышленном исполнении, отвечающей жестким требованиям в смысле надежности, стоимости и безопасности. SCADA система Simplight обеспечивает возможность работы с оборудованием различных производителей с использованием OPC-технологии. Другими словами, выбранная SCADA-система не ограничивает выбор аппаратуры нижнего уровня, т.к. предоставляет большой набор драйверов или серверов ввода/вывода. Это позволяет подключить к ней внешние, независимо работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули сторонних производителей.

2.8.1 Дерево экранных форм

Пользователь за автоматизированным рабочем месте (АРМ) (диспетчер по обслуживанию, старший диспетчер) имеет возможность осуществлять навигацию экранных форм с использованием кнопок прямого вызова. При старте проекта появляется экран авторизации пользователя, в котором предлагается ввести логин и пароль. После ввода логина и пароля, если же они оказываются верными, появляется мнемосхема основных объектов ССВД: Ёмкости Е1 – Е5, насосы погружные. Кроме того, с мнемосхемы основных объектов пользователь имеет прямой доступ к карте нормативных параметров

ССВД. Открытие мнемосхем объектов ССВД происходит нажатием на прямоугольную область мнемосхемы основных объектов в соответствии с названием объекта, за которым необходимо вести контроль. Мнемосхемы некоторых объектов ССВД включают в себя дополнительные мнемосхемы, которые позволяют вести более тщательный контроль состояний объектов ССВД и управлением этими объектами. Открытие дополнительных мнемосхем осуществляется нажатием на прямоугольной области с соответствующим названием функции или на фигуре устройства мнемосхемы объекта ССВД.

2.8.2 Экранная форма АС ССВД

Интерфейс оператора содержит рабочее окно (рисунок 13), состоящее из следующих областей Приложении Е:

- главное меню;
- область видеокadra;
- окно оперативных сообщений.

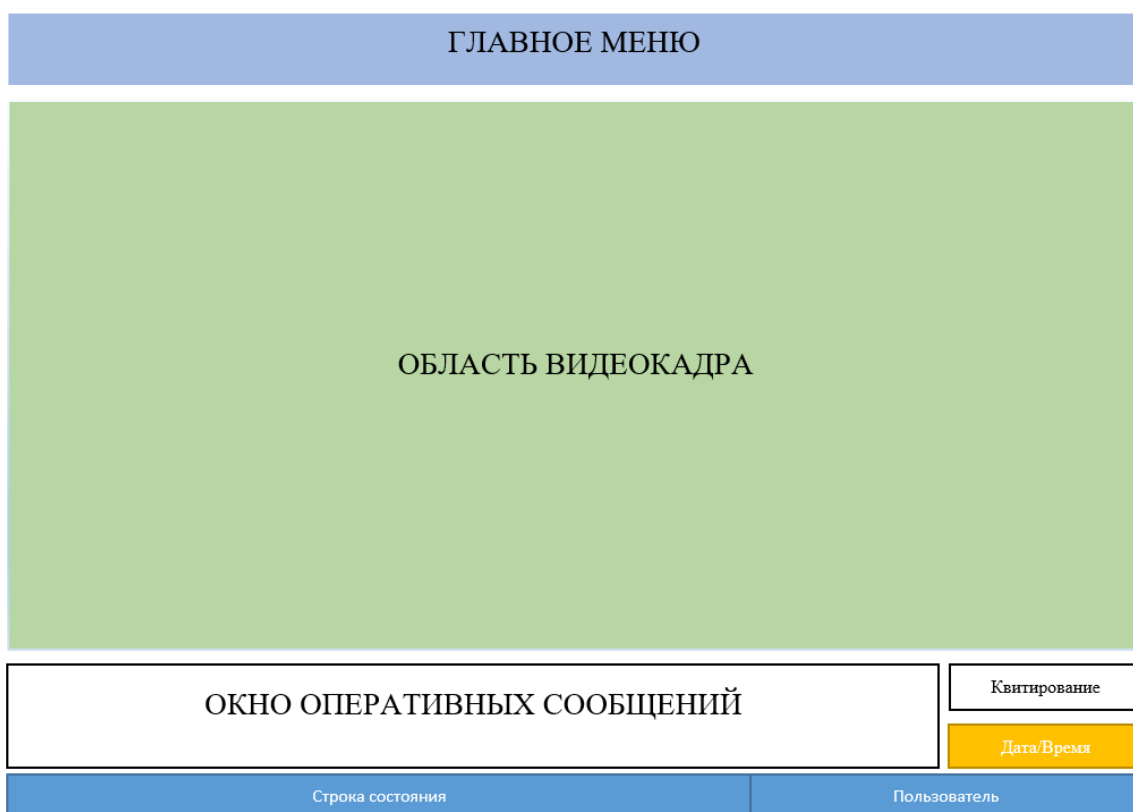


Рисунок 13– Интерфейс оператора

2.8.3 Главное меню

Вид главного меню представлен на (рисунке 14):



Рисунок 14 – Вид главного меню

В главном меню расположены индикаторы и кнопки, выполняющие различные функции:

- кнопка-индикатор «Насос 1» – отображение состояния насоса Н1 и вызов мнемосхемы «Насос 1»;
- кнопка-индикатор «Насос 2» – отображение состояния насоса Н2 и вызов мнемосхемы «Насос 2»;
- кнопки-индикаторы «Е1-Е5», – отображение состояния ёмкостей сброса нефти и вызов мнемосхем Е1-Е5;
- кнопки-индикаторы «Журнал состояния оборудования» – отображение информации и базы данных по всем параметрам технологического процесса.

Используемые кнопки-индикаторы имеют цветовую кодировку. Цветовая кодировка индикаторов представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Цветовая кодировка индикаторов

Индикатор	Цвет	Значение
Насос 1, Насос 2, Ёмкости Е1-Е5;	зеленый	Агрегат/объект включен
	желтый	Агрегат/объект отключен
	оранжевый	Агрегат находится в режиме «Резерв»
	красный	Авария агрегата/объекта

2.8.4 Область видеокadra

Видеокадры предназначены для контроля состояния технологического оборудования и технологическим процесс для управления оборудованием. В состав видеокадров входят:

- мнемосхемы, отображающие основную технологическую информацию;
- всплывающие окна управления и установки режимов объектов и параметров;
- табличные формы, предназначенные для отображения различной технологической информации, не входящей в состав мнемосхем, а также для реализации карт ручного ввода информации (уставок и др.).

В области видеокadra АРМ оператора доступны следующие мнемосхемы:

- E1/E5;
- Насосы Н1/2;

На мнемосхеме «ССВД» отображается работа следующих объектов и параметров:

- измеряемые и сигнализируемые параметры Н1/2, E1/E5;
- измеряемые параметры трубопроводов;
- состояние и режим работы задвижек;
- состояние заполнения ёмкостей нефтью.

2.8.5 Мнемознаки

На рисунке 15 представлен мнемознак аналогового параметра:

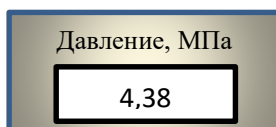


Рисунок 15 – Мнемознак аналогового параметра

В нижней части отображается значение аналогового параметра.

Приняты следующие цвета основной для отображения аналогового параметра:

- серый цвет – параметр достоверен и в норме;
- желтый цвет – параметр достоверен и достиг допустимого (максимального или минимального) значения;
- красный цвет – параметр достоверен и достиг предельного (максимального или минимального) значения;
- темно-серый цвет – параметр недостоверен;
- коричневый цвет – параметр маскирован.

Красный цвет основной части сопровождается миганием до тех пор, пока оператор не выполнит операцию квитирования, т.е. не подтвердит факт установки аварийного состояния аналогового параметра.

В части верхней отображается единица измерения аналогового параметра.

Мнемознак задвижка имеет следующие цветовые обозначения:

- зеленый цвет – задвижка открыта;
- желтый цвет – задвижка закрыта;
- периодическая смена зеленого и желтого цветов – задвижка открывается/закрывается;
- серый цвет – неопределенное состояние.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
З-8Т51	Бабаеву Юрию Сергеевичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	Автоматизация и информационные технологии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Использовать действующие ценники и договорные цены на потребленные материальные и информационные ресурсы, а также указанную в МУ величину тарифа на эл. энергию
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	—
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Действующие ставки единого социального налога и НДС

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Построение плана-графика выполнения ВКР, составление соответствующей сметы затрат, расчет величины НДС и цены результата ВКР
---	--

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. График проведения и бюджет НТИ
2. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Конотопский Владимир Юрьевич	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-8Т51	Бабаеву Юрию Сергеевичу		

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Организация и планирование работ

Цель раздела – комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ. В данном пункте составлен полный перечень проводимых работ по исследованию системы сглаживания волн давления.

Перечень работ и продолжительность их выполнения приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень работ и их продолжительность

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100 %
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	НР – 100 % И – 20 %
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 20 % И – 100 %
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100 % И – 10 %
Обсуждение литературы	НР, И	НР – 30 % И – 100 %
Проведение работ по сборке системы	И	И – 100 %
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	И – 100 %
Оформление графического материала	И	И – 100 %
Подведение итогов	НР, И	НР – 60 % И – 100 %

3.2 Продолжительность этапов работ

Определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ:

$$t_{\text{ож}} = \frac{3 \cdot t_{\text{min}} + 2 \cdot t_{\text{max}}}{5}, \quad (1)$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

где t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{\text{РД}}$) ведется по формуле:

$$T_{\text{РД}} = \frac{t_{\text{ож}}}{K_{\text{ВН}}} \cdot K_{\text{Д}}, \quad (2)$$

где $t_{\text{ож}}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{\text{ВН}}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{\text{ВН}} = 1$;

$K_{\text{Д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{\text{Д}} = 1-1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{\text{КД}} = T_{\text{РД}} \cdot T_{\text{К}}, \quad (3)$$

где $T_{\text{КД}}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

где T_K – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле:

$$T_K = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (4)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

где $T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$);

где $T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 10$).

$$T_K = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,205 \quad (5)$$





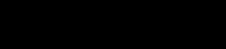










Таблица 7 - Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Труд-сть работ по исполнителям чел.-дн.			
		t_{\min}	t_{\max}	$t_{\text{ож}}$	$T_{РД}$		$T_{КД}$	
					НР	И	НР	И
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2	4	2,8	3,36	-	4,05	-
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	1	3	2,8	1,8	0,36	2,6	0,52
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	10	15	12	2,88	14,4	3,47	17,35

Продолжение таблицы 7

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Труд-сть работ по исполнителям чел.-дн.			
		t _{min}	t _{max}	t _{ож}	Т _{рд}		Т _{кд}	
					НР	И	НР	И
Разработка календарного плана	НР, И	1	3	2,8	3,36	0,34	4,05	0,41
Обсуждение литературы	НР, И	2	5	3,2	1,15	3,85	1,39	4,63
Проведение работ по сборке системы	НР, И	5	10	7	8,4	3,36	10,12	4,05
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	15	22	17,8	-	21,36	-	25,74
Оформление графического материала	И	15	22	17,8	-	21,36	-	25,74
Подведение итогов	НР, И	5	10	7	5,04	8,4	6,07	10,12
Итого:					25,99	73,43	31,75	88,56

Таблица 8 - Линейный график работ за период времени дипломированная

Этап	НР	И	Март			Апрель			Май			Июнь	
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	4,05	–											
2	2,6	0,52	 										
3	3,47	17,3 5		 									
4	4,05	0,41			 								
5	1,39	4,63				 							
6	10,1 2	4,05				 							
7	-	25,7											
8	–	25,7											
9	6,07	10,1 2										 	

НР – ;  И 

3.3 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

3.4 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования таблица 9. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Кроме того, статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных

ресурсов от поставщиков к потребителю. Сюда же включаются расходы на совершение сделки купли-продажи (т.н. транзакции). Приблизительно они оцениваются в процентах к отпускной цене закупаемых материалов, как правило, это 5 – 20 %.

Таблица 9 - Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Лицензированное ПО	8700	1	8700
Транспортировка от поставщика к потребителю	3450	1	3450
Настройка датчика специалистом	6500	1	6500
Инструменты и приспособления	750	1 уп.	750
Итого:			19400

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 19400 * 1,05 = 20370$.

3.5 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы таблица 10.

Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя.

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{дн-т}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{дн-т} = \frac{МО}{25,083}. \quad (6)$$

Таблица 10 - Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	33 664	1342,09	26	1,699	59285,48
И	15 470	616,75	73	1,699	76493,65
Итого:					135779,13

3.6 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е.

$$C_{соц} = C_{зп} \cdot 0,3. \quad (7)$$

Итак, в нашем случае

$$C_{соц} = 135779,13 \cdot 0,3 = 40733,74 \text{ руб.}$$

3.7 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл. об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{э}}, \quad (8)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Для ТПУ $Ц_{\text{э}} = 6,59$ руб./кВт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных для инженера ($T_{\text{рд}}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} \cdot K_t, \quad (9)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{\text{рд}}$, определяется исполнителем самостоятельно. В ряде случаев возможно определение $t_{\text{об}}$ путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном.}} \cdot K_c, \quad (10)$$

где $P_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_c \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_c = 1$.

Таблица 11 - Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{об}}$, час	Потребляемая мощность $P_{\text{об}}$, кВт	Затраты на электроэнергию $C_{\text{эл. об.}}$, руб.
ПК	120	0,35	276,78
Уровнемер Eclipse	542	0,024	85,72
Итого:			362,50

3.8 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта таблица 12.

Используется формула:

$$C_{\text{ам}} = \frac{H_A \cdot C_{\text{об}} \cdot t_{\text{рф}} \cdot n}{F_{\text{д}}}, \quad (11)$$

где H_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{\text{об}}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку $C_{\text{ам}}$. Например, для ПК в 2020 г. (300 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) можно принять $C_{\text{ам}} = 300 \cdot 8 = 2400$ часа;

$t_{\text{рф}}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Таблица 12 - Расчет амортизационных расходов

Наименование оборудования	Стоимость $C_{\text{об}}$, руб.	Время работы оборудования $t_{\text{рф}}$, час	H_A	$F_{\text{д}}$	Амортизационные расходы $C_{\text{ам}}$ =, руб.
ПК	30 000	120	0,4	2400	604,02
Eclipse	480000	542	0,1	2400	10840
Итого:					11444,02

3.9 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об}} + C_{\text{ам}}) \cdot 0,1 \quad (12)$$

Для данной работы это:

$$\begin{aligned} C_{\text{проч}} &= (20370 + 135779,13 + 40733,74 + 362,50 + 11444,02) \cdot 0,1 \\ &= 20868,93 \text{ руб.} \end{aligned}$$

3.10 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем сметам затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта таблица 13.

Таблица 13 - Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	20370
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	135779,13
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	40733,74
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.об}}$	362,50
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	11444,02
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	20868,93
Итого:		229 558,32

Таким образом, затраты на проект составили $C = 229\,558,32$ руб.

3.11 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере (5 – 20) % от полной себестоимости проекта. В данной работе она составляет 22 955,83 руб. (10%) от расходов на разработку проекта.

3.12 Расчет НДС

НДС составляет 20 % от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае НДС = $(229\,558,32 + 22\,955,83) \cdot 0,2 = 46\,370,83$ руб.

3.13 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС:

$$C_{\text{НИР}} = 229\,558,32 + 22\,955,83 + 46\,370,83 = 298\,884,98 \text{ руб.}$$

3.14 Оценка экономической эффективности проекта

Актуальным аспектом качества выполненного проекта является экономическая эффективность его реализации, т.е. соотношение обусловленного ей экономического результата (эффекта) и затрат на разработку проекта.

Качественный анализ позволяет радикально ограничить круг перспективных проектов, но зачастую его недостаточно для формирования

окончательного множества, подлежащего реализации. В этом случае он дополняется количественным анализом, предполагающим использование ряда расчетных показателей, позволяющих в итоге проранжировать оставшиеся проекты с точки зрения их экономической эффективности.

Каждый из таких показателей, представляет собой количественную модель соотнесения величины инвестиций в проект с адекватным им экономическим результатом (эффектом), при этом и те, и другие могут носить распределенный в календарном времени характер.

Эффективность проекта заключается в увеличении производительности нефтеперекачивающей станции за счёт надежности работы системы сглаживания волн давления (ССВД), которая дает экологический эффект и снижает риски загрязнения окружающей среды, контролируя объемы нефти в резервуарах, что позволяет избежать аварийных разливов нефти из резервуаров.

Экономический эффект заключается в том, что внедрение датчика позволяет увеличить пропускную способность нефтеперекачивающей станции и сократить технологические остановки, тем самым, увеличивается объем перекачиваемой нефти и, соответственно, увеличивается доходность предприятия и снижаются затраты на ликвидацию разливов нефти.

Количественная оценка эффекта (а следовательно – эффективности) в рамках данной работы невозможна ввиду отсутствия необходимых данных.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т51	Бабаеву Юрию Сергеевичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

Модернизация системы сглаживания волн давления	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	- помещение системы сглаживания волн давления, расположенное на НПС «Молчаново»
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> — специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; — организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> - Право работника на труд в условиях, отвечающих требованиям охраны труда (Ст. 219 ТК РФ от 30.06.2006 N 90-ФЗ) [23]. - Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты (Ст. 221 ТК РФ от 30.12.2008 N 313-ФЗ) [24]. - Выдача молока и лечебно-профилактического питания (Ст. 222 ТК РФ от 31.03.2003 N – 126-ФЗ) [25]. - О трудовых пенсиях в Российской Федерации (ст. 27, 28 Федерального закона от 17.12.2001 № 173-ФЗ) [26].
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	В процессе анализа вредных факторов были выделены: <ul style="list-style-type: none"> - шум; - освещенность; - микроклимат. В процессе анализа опасных факторов были выделены факторы: <ul style="list-style-type: none"> - падающие с высоты предметы и инструменты; - движущиеся машины, механизмы, оборудование и их элементы; - повышенное значение напряжения в электрической цепи.
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> - Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду; - Литосфера; - Гидросфера.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	В процессе эксплуатации могут возникнуть следующие техногенные аварии: <ul style="list-style-type: none"> - Химическая авария; - Пожара-взрывоопасная авария. Рассмотрены правила техники безопасности при эксплуатации ССВД.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Матвиенко Владимир Владиславович	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т51	Бабаев Юрий Сергеевич		

4 Социальная ответственность

Данный раздел выпускной квалификационной работы рассматривает вопросы выявления и анализа вредных и опасных факторов труда, оценки условий труда и разработки мер защиты от них для рабочего места оператора комплексом мероприятий технического, организационного, режимного и правового характера, минимизирующих негативные последствия проектируемой деятельности в соответствии с требованиями санитарных норм и правил, техники безопасности и пожарной безопасности.

Объектом исследования будет выступать помещение системы сглаживания волн давления, которое расположено на НПС «Молчаново».

В ВКР рассматривается система сглаживания волн давления (ССВД), предназначенная для обеспечивая сброс части потока нефти из приёмной линии магистрального нефтепровода в резервуары-сборники, снижая величину и скорость роста давления. Ролью обслуживающего персонала становится настройкой, наладка и наблюдение за работой оборудования.

В данном разделе выпускной квалификационной работы дается характеристика рабочей зоны, которой является система сглаживания волн давления, непосредственно куда проектировалась автоматизированная система управления. Проанализированы опасные и вредные факторы.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 25 декабря 2014 г. №1117н «Об утверждении профессионального стандарта» «Слесарь-наладчик контрольно-измерительных приборов и автоматики». На должности слесарь - наладчик контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИП и А) не допускаются к профессии лица не моложе 18 лет, имеющие среднее профессиональное образование или профессиональное обучение, прошедшие медицинское освидетельствование и не имеющие противопоказаний к

выполнению данной работы, обучение правилам техники безопасности, профессионально-техническую подготовку, проверку знаний по правилам эксплуатации электроустановок потребителей (ПЭЭП), аттестацию по правилам, нормам и инструкциям по промышленной безопасности в аттестационной комиссии. Аттестация слесаря по КИП и А проводится один раз в год. Повторный инструктаж проводится через 6 месяцев.

Лица моложе 18 лет и беременные женщины не должны допускаться к работам, связанным с воздействием вибрации, ядохимикатов и связанным с радиоактивными, асбестосодержащими и другими опасными и вредными веществами. Для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, где установлена сокращенная продолжительность рабочего времени, на основании письменного согласия работника, оформленного путем заключения дополнительного соглашения к трудовому договору, продолжительность ежедневной работы (смены) при условии соблюдения предельной еженедельной продолжительности рабочего времени, может быть увеличена:

при 36-часовой рабочей неделе - до 12 часов;

при 30-часовой и менее рабочей неделе - до 8 часов.

При суммированном учете рабочего времени у Работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, продолжительность рабочего времени не должна превышать нормальное число рабочих часов за учетный период (месяц, квартал).

Согласно ст. 219 Трудового кодекса Российской Федерации (от 30.06.2006 N 90-ФЗ) работник имеет право на компенсации, установленные в соответствии с Трудовым кодексом, коллективным договором, соглашением, локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными условиями труда [23].

Согласно ст. 221 Трудового кодекса Российской Федерации работник имеет право на бесплатную выдачу сертифицированной специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты (далее – СИЗ), а

также смывающие и (или) обезвреживающие средства в соответствии с типовыми нормами, когда работы происходят с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением [24].

Согласно ст. 222 Трудового кодекса Российской Федерации на работах с вредными условиями труда работникам выдаются бесплатно по установленным нормам молоко или другие равноценные пищевые продукты. Их выдача работникам по письменным заявлениям последних может быть заменена компенсационной выплатой в размере, эквивалентном стоимости молока или других равноценных пищевых продуктов, если это предусмотрено коллективным договором и (или) трудовым договором. На работах с особо вредными условиями труда работникам предоставляется бесплатно по установленным нормам лечебно-профилактическое питание [25].

Согласно ст. 27, 28 Федерального закона от 17.12.2001 № 173-ФЗ «О трудовых пенсиях в Российской Федерации» в соответствии с пенсионным законодательством работники, проработавшие в особых условиях определенный период времени, пользуются правом на досрочный выход на пенсию по возрасту, мужчинам по достижении возраста 50 лет и женщинам по достижении возраста 45 лет, если они проработали соответственно не менее 10 лет и 7 лет 6 месяцев на подземных работах, на работах с вредными условиями труда и в горячих цехах и имеют страховой стаж соответственно не менее 20 и 15 лет [26].

4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны в системе сглаживания волн давления (ССВД):

- своевременная очистка от снега в зоне обслуживания оборудования;
- выполнения работ согласно графику техническому обслуживаю и ремонту (ТОР);

- мероприятия по окрашиванию влагостойкими красками трубные соединения;
- мероприятия по минимизированию просадок конструкций трубопровода;
- мероприятия по замене устаревших (накладок, подкладок, резин).

При компоновке и ремонте системы сглаживания волн давления соблюдать требования санитарных норм, правил техники безопасности.

4.3 Производственная безопасность

Для целостного представления об источниках вредностей и опасностей и всех основных выявленных вредных и опасных факторах на рабочем месте, ниже представлена таблица 14. Для создания безопасных условий труда, а также для предотвращения несчастных случаев среди работающих вводятся правила по охране труда и техники безопасности. Опасным производственным фактором (ОПФ), согласно трудовому кодексу, называется такой производственный фактор, воздействие которого в определенных условиях приводят к травме или другому внезапному, резкому ухудшению здоровья. Вредным производственным фактором (ВПФ) называется фактор, который, действуя на работника, снижают его работоспособность или приводит к различным заболеваниям. В ГОСТ 12.0.003-2015 приведена классификация опасных и вредных производственных процессов [27]. По характеру своего происхождения эти факторы разделяются на:

Таблица 14 - Опасные и вредные факторы при выполнении работ по эксплуатации ССВД

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	монтаж оборудования	эксплуатация	
1. повышенный уровень шума на рабочем месте	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 [30].
2. недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	ГОСТ Р 55710-2013 [31].

Продолжение таблицы 14

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	монтаж оборудования	эксплуатация	
3. воздействие неблагоприятного микроклимата	+	+	ГОСТ 12.1.1003 – 83 [32]
4. повышенное значение напряжения в электрической цепи	+	+	ГОСТ 12.1.019-79 [33].
5. движущиеся машины, механизмы, оборудование и их элементы	+	+	ГОСТ 12.0.003-2015 [27].
6. падающие с высоты предметы и инструменты	+	+	

4.4 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

В результате анализа, на персонал, работающий по обслуживанию ССВД, влияют следующие вредные факторы:

- воздействие неблагоприятного микроклимата

Предприятие должно обеспечить оптимальный режим работы работников в рабочих зонах или на рабочих местах во время работы при температуре воздуха на рабочем месте выше или ниже допустимых величин.

— одежда, изготовленной в соответствии с требованиями государственных стандартов;

— использования локальных источников тепла, обеспечивающие сохранение должного уровня общего и локального теплообмена организма;

— регламентации продолжительности непрерывного пребывания на холоде или в нагревающем микроклимате и продолжительности пребывания в помещении с комфортными условиями.

Температуру и относительную влажность воздуха при наличии источников теплового излучения и воздушных потоков на рабочем месте следует измерять аспирационными психрометрами.

Согласно ГОСТ 12.1.1003 – 83 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [28]. Работы по замене

датчиков часто производятся на значительном удалении от каких-либо укрытий, при любых, нередко экстремальных метеорологических условиях, что приводит к обморожению щек, пальцев ног и руки в зимнее время, а в летнее время солнечные удары. На работников может оказываться неблагоприятное воздействие: на теплообмен человека и самочувствие, работоспособность, здоровье и производительность труда.

Поддержание микроклимата рабочего места в пределах гигиенических норм - важнейшая задача охраны труда.

В целях профилактики переохлаждения при выполнении работ на открытом воздухе в холодный период года слесарям КИП и А, необходимо предоставлять регламентированные перерывы на обогрев в течение каждого часа по 10 минут при температуре от минус 25 °С до 35 °С и по 15 минут при температуре ниже минус 35 °С. В районах со скоростью ветра более 8 м/с должна предоставляться возможность для обогрева каждый час по 10 минут при температуре от минус 5 °С до 15 °С.

И 15 минут при температуре от минус 15 °С до 25 °С и по 20 минут при температуре воздуха ниже минус 25 °С. В целях профилактики перегрева при выполнении работ на открытом воздухе в теплый период года слесарям КИП и А, необходимо предоставлять возможность отдохнуть в тени каждый час по 10 минут при температуре от 27 °С до 33 °С и по 15 минут при температуре выше 33 °С.

- недостаточная освещенность;

Согласно ГОСТ 55710-2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий», освещенность контролируемых поверхностей должна быть не менее 500 лк. [29]. Недостаточная освещенность рабочей зоны, а также повышения яркости света затрудняют восприятие зрительной информации, создают предпосылки к получению травмы человека. Недостаточное освещение и пониженная контрастность при малых объектах различения заставляют работающих напрягать зрение, что может привести к профессиональной болезни - прогрессирующей близорукости.

- повышенный уровень шума на рабочем месте;

Согласно ГОСТ 12.1.003-2014 «ССБТ. Шум, общие требования безопасности», шум негативно воздействует на организм человека. [30]. Например, беспорядочные звуковые колебания, характерные для любого производственного процесса, оказывают вредное влияние на организм человека. Реакция на них со стороны нервной системы начинается при уровне 40 дБ. Уже при 35 дБ может наблюдаться нарушение сна. При 70 дБ происходят глубокие изменения в нервной системе, вплоть до психического заболевания, а также заболевания органов зрения, слуха, изменение состава крови и т.д.

Шум снижает производительность труда, особенно при выполнении точных работ, затрудняет восприятие опасности от движущихся машин и механизмов, снижает разборчивость речи. Беспорядочные звуковые колебания оказывают негативное влияние на организм человека и даже могут вызвать шумовую болезнь, которая характеризуется тугоухостью, гипертонией (гипотонией), головными болями таблица 15.

Таблица 15 - Допустимые уровни звукового давления на производстве

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в составных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, ДБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Рабочее место	99	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Рабочее место у приборного стойки технологического оборудования	99	91	83	77	73	70	68	66	64	75

4.5 В результате анализа, на персонал работающих с ССВД влияют следующие опасные факторы:

- движущиеся машины, механизмы, оборудование и их элементы;**

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ) [27]. Опасные и вредные производственные факторы. Воздействие на человека движущихся машины и механизмы, частей оборудования и перемещаемых материалов приводит к травмам. Наибольшую опасность представляют подъемы запорной арматуры и их передвижение на высоте. Возможно травмированный персонал при его нахождении в зоне передвижения запорной арматуры.

- повышенное значение напряжения в электрической цепи;**

Согласно ГОСТ 12.1.019-79 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. [31]. В производственном помещении поражением электрическим током возможно при прикосновении пользователей к любому из элементов оборудования, находящемуся под напряжением, не менее чем в двух точках.

Замыкание электрической цепи происходит через тело человека, что является опасным фактором.

Причинами электропоражения являются: провода с поврежденной изоляцией, приближение к токоведущим частям, розетки сети без предохранительных кожухов, несогласованность действий, перегрузка розеток по мощности.

Несоблюдение данных правил носит разносторонний характер и оказывает поражения на ткань человека:

- термическое действие (ожоги отдельных участков тела, нагрев до высоких температур кровеносных сосудов);
- электролитическое действие (распад молекул крови);
- механическое действие тока (расслоение и разрыв тканей организма);

- биологическое действие (судорожное сокращение и нарушение внутренних биоэлектрических процессов).

- падающие с высоты предметы и инструменты;

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ) [27]. Опасные и вредные производственные факторы. Основным опасным производственным фактором при работе на высоте является расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола), связанное с этим возможное падение работника или падение предметов, или инструментов на работника.

4.6 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

-Микроклимат;

Внутренний баланс организма человека во многом зависит от внешних условий. Микроклимат помещения, в котором человек находится долго, играет существенную роль в формировании иммунитета, работоспособности, возможности комфортно отдохнуть и расслабиться. Состояние внутренней среды здания может не только плодотворно влиять на здоровье человека, но и оказывать негативное воздействие. Таким образом, чем дольше мы пребываем в неветилируемом помещении, тем сильнее это сказывается на работе нашего организма. От температуры напрямую зависит и влажность воздуха. Низкие температуры провоцируют отдачу тепла организмом человека, тем самым снижая его защитные функции. Если в помещении установлена некачественная теплотехника, то люди будут постоянно страдать от переохлаждений, подвергаться частым простудам, инфекционным заболеваниям. Если в помещении нет специальных увлажнителей воздуха, то чем выше температура, тем суше будет воздух. Здоровый человек, попав в помещение с сухим воздухом, почувствует дискомфорт уже через 10-15 минут. Если же человек уже простужен, он начнёт кашлять. В зависимости от

температуры воздуха скорость его движения влияет на организм по-разному. При температуре от минус 33 до 35 °С, скорость в 0,15 м/с комфортна, так как при этом воздух оказывает освежающий эффект.

Если температура выше минус 35 °С, то эффект будет обратным.

В производственных помещениях воздух должен быть прохладнее, так как работник тратит больше физической энергии. Столбики термометра в подобных помещениях должны держаться на отметке 18-20 °С, а влажность воздуха должна быть равной 40-60 %. К тому же, в таких местах должна хорошо работать система вентиляции.

- освещенность рабочей зоны;

Рациональное освещение производственных помещений и рабочих мест является одним из важнейших факторов создания благоприятных гигиенических условий труда, повышающих культуру производства, способствующих повышению производительности труда и качества выпускаемой продукции, а также снижению производственного травматизма. При хорошем освещении устраняется напряжение глаз, облегчается различение деталей обрабатываемых, монтируемых или наблюдаемых объектов, растет производительность труда. Требования к освещенности описываются стандартами DIN 5035, DIN 5044, DIN 67524-26. Естественная освещенность солнечными лучами днем составляет 10000лк. Нормативы освещенности производственных помещений колеблются в диапазоне от 60 (освещенность склада) до 200лк (освещенность цеха). Производственная освещенность цеха определяется по стандарту и зависит от сложности работ. Нормированная минимальная освещенность по стандарту DIN 5035 составляет 15лк и допустима для ориентации в пространстве.

- Защита от шума на рабочем месте;

Нахождение в здании системы необходимые меры по борьбе с шумом включают: К средствам коллективной защиты ГОСТ 12.4.011-89 «Система стандартов безопасности труда» (ССБТ). Средства защиты работающих [32].

К средствам работающих относятся: оградительные, звукоизолирующие и звукопоглощающие устройства, глушители шума, устройства автоматического контроля, сигнализации, дистанционного управления. Одним из наиболее важных средств профилактики профессиональной тугоухости являются индивидуальные средства защиты от шума. Так, например, к индивидуальным средствам защиты от шума относятся противошумные вкладыши (беруши), противошумные наушники и шлемы. К ним предъявляется ряд требований: эффективность, удобство и безвредность применения.

- Опасные факторы;

Во избежание травм и повреждений во время работы в производстве сотрудник (рабочий) должен соблюдать правила техники безопасности.

Правила техники безопасности вводятся с целью улучшения условий труда сотрудников, предупреждения несчастных случаев и заболеваний, уменьшения потерь рабочего времени по этим причинам. Во время работы сотрудник может травмироваться, если не будет соблюдать технику безопасности.

- электробезопасность;

Во избежание поражений электрическим током при работе с оборудованием следует установить дополнительные оградительные устройства, обеспечивающие недоступность токоведущих частей для прикосновения. Для качественной работы оборудования создается отдельный заземляющий контур.

Изоляция проводов не должна быть повреждена, поэтому запрещается навешивать посторонние предметы на провода, замазывать провода и кабели различными красящими веществами, укладывать провода сзади батарей систем отопления, вытаскивать вилку из розетки дергая за шнур провода.

Чистка оборудования от пыли и грязи и его ремонт должны проводиться только при выключенном питании.

Перед началом выполнения работы необходимо проверить, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей. Если обнаружены неисправности, то сообщить об этом ответственному лицу за оборудование.

К организационно-техническим мероприятиям относится первичный инструктаж по технике безопасности. Данный инструктаж является обязательным условием для допуска к работе в производственном помещении.

4.7 Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду

Экологическая безопасность

Загрязнение окружающей среды происходит только в случае аварийных ситуаций. Аварии связаны с двумя основными причинами природного или техногенного происхождения. Чаще всего такие ситуации вызваны изношенностью оборудования (трубопроводов) или актами диверсии. Любая авария наносит ущерб элементам литосферы. Происходит насыщение почвы и окружающей среды продуктами нефти и ее компонентами, что наносит значительный урон экологии в районе разлива. Помимо отрицательного влияния на природу может пострадать и население, а также близлежащие строения. Нефть и нефтепродукты нарушают экологическое состояние почвенных покровов и в целом деформируют структуру биоценоза. Почвенные бактерии, а также беспозвоночные почвенные микроорганизмы и животные не в состоянии качественно выполнять свои важнейшие функции в результате интоксикации легкими фракциями нефти.

В случае расположения трубопровода вблизи водоёмов, как подземных, так и наземных, существует вероятность загрязнения этих элементов гидросферы нефтью. Указанные явления, связанные с разливом нефти, провоцируют с большой вероятностью самовозгорание, что является вторичным ущербом для природы и среды деятельности человека.

Мероприятия по ликвидации аварийного разлива нефти и нефтепродуктов включают проведение работ по их локализации речными бонами различной конструкции и удалению нефтесборщиками водонефтяной смеси с откачкой нефтепродуктов в емкости используемых для ее сбора и временного хранения. За установленными для локализации разлива нефтью и нефтепродуктами оперативными плавающими боновыми заграждениями необходимо вести постоянное наблюдение в течение всего периода ликвидации разлива и принимать соответствующие меры против их повреждения, для своевременного перемещения и для проведения других необходимых операций.

Очистка от нефтепродуктов производится следующими действиями на дно водоема опускают перфорированный шланг, с помощью которого в место скопления нефти под избыточным давлением подают струю воздуха, в результате чего нефть поднимается к поверхности, где ее собирают в специальные приемники.

4.8 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Химическая авария

Происходит нарушение технологических процессов на производстве, повреждение трубопроводов, вызывающего разрушения технологических и технических сооружений ССВД. При этом, как правило, происходит заражение территории сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ), массовое поражение людей, животных и растений. приводящее к выбросу аварийных химически опасных веществ (АХОВ) в атмосферу в количествах, представляющих опасность для жизни и здоровья людей, функционирования биосферы.

Пожара-взрывоопасная авария

Пожара-взрывоопасная аварии на взрывопожароопасных объектах вызываются в основном взрывами емкостей и трубопроводов с

легковоспламеняющимися и взрывоопасными жидкостями и могут привести к тяжелым социальным и экономическим последствиям.

При взрыве на взрывопожароопасных объектах где эксплуатируется ССВД происходит разрушение трубопровода, ёмкостей и сооружений из-за сгорания или деформации их элементов от высоких температур, к образованию различных концентраций химически опасных веществ. Поражающими факторами для людей в этих условиях являются высокие температуры, приводящие к ожогам различной степени, и наличие в продуктах горения химически опасных веществ, приводящих к отравлению различной степени.

Ущерб, причиняемый ударной волной жилым и промышленным зданиям, может носить характер полных разрушений, сильных, средних и слабых в зависимости от мощности взрыва.

4.9 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Требования безопасности проведения работ

В эксплуатационной документации должны быть установлены следующие требования, обеспечивающие безопасность при эксплуатации оборудования ССВД:

- установка и монтаж ССВД/оборудования ССВД должны выполняться в соответствии с требованиями РЭ;
- ССВД/оборудование ССВД должны эксплуатироваться в соответствии с РЭ;
- эксплуатация ССВД/оборудования ССВД без паспорта и РЭ запрещается;
- при эксплуатации ССВД/оборудования ССВД должны проводиться ее техническое обслуживание, ремонты и периодические проверки;

- при эксплуатации и обслуживанию ССВД и оборудования допускается квалифицированный персонал;
- при эксплуатации должен вестись учет наработки, обеспечивающий контроль достижения назначенных показателей;
- эксплуатация ССВД/оборудования ССВД должна быть остановлена при достижении критериев предельного состояния (критерии предельных состояний ССВД/оборудования ССВД);
- эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт ССВД/оборудования ССВД должны производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.010 [33].

Требования к эксплуатации и техническому обслуживанию

Конструкция ССВД должна исключать возможность загрязнения окружающей среды.

Все соединения трубопроводной обвязки ССВД должны быть герметичны.

- Утечки из клапана ССВД и в местах соединений не допускаются;
- указания по эксплуатации ССВД должны быть изложены в РЭ на ССВД и комплектующие, входящие в состав блока ССВД, которые прилагаются предприятием изготовителем к каждому изделию;
- при эксплуатации должны проводиться техническое обслуживание и ремонты ССВД (замена комплектующих элементов, выемных частей и т. п.), а также профилактические осмотры. Объем, методы и периодичность технических обслуживаний, текущего и капитального ремонтов ССВД должны быть указаны в РЭ;
- эксплуатация ССВД должна осуществляться в соответствии с эксплуатационной документацией в рабочем интервале характеристик, указанных в эксплуатационной документации на ССВД;
- ССВД является изделием, требующим периодического обслуживания;

- перечень и состав работ по техническому обслуживанию и ремонту ССВД/оборудования ССВД – по РД-75.200.00-КТН-037-13 [34];
- расположение оборудования ССВД должно обеспечивать условия для проведения осмотров и ремонтных работ;
- при эксплуатации ССВД необходимо учитывать требования РД 153 -39.4-056-00 [35];
- расположение оборудования ССВД должно обеспечивать условия для проведения осмотров и ремонтных работ;
- эксплуатация ССВД/оборудования ССВД должна быть остановлена при достижении предельных состояний.

Вывод по социальной ответственности

В процессе работы был составлен список вредных факторов, влияющих на персонал работающих по обслуживанию ССВД. Плохие условия труда негативно отражаются на производительности труда. Следовательно, обеспечение здоровых, безопасных и высокопродуктивных условий труда становится важным фактором существования предприятия в условиях рыночной конкуренции.

Был проведен анализ чрезвычайных ситуаций и их предотвращение, на основании изложенных причины требуется допускать персонал прошедший обучение правилам техники безопасности, профессионально-техническую подготовку, проверку знаний по правилам эксплуатации электроустановок потребителей (ПЭЭП), аттестацию по правилам, нормам и инструкциям по промышленной безопасности в аттестационной комиссии.

Заключение

В данной работе была изучена работа ССВД и разработана система автоматизации управления ССВД. В ходе работы был изучен технологический процесс перекачки нефти. Для того что бы определить состав необходимого оборудования и количество каналов передачи сигналов и данных, разработаны функциональная и структурная схемы автоматизации ССВД. Были произведены сравнения полевых датчиков, найдены аналоги зарубежных производителей. На ПЛК Modicon Quantum M340 была спроектирована система автоматизации ССВД. Была разработана схема внешних проводок, позволяющая понять систему передачи сигналов от полевых устройств на щит КИП и А и АРМ оператора и, в случае возникновения неисправностей, легко их устранить. Для управления технологическим оборудованием и сбором данных были разработаны алгоритмы пуска/останова технологического оборудования и управления сбором данных. Для поддержания давление нефти в трубопроводе на выходе подпорной насосной станции был выбран способ регулирования давления (дресселирование) и разработан алгоритм автоматического регулирования давления (разработан ПИД-регулятор). В заключительной основной части выпускной квалификационной работы были разработаны дерево экранных форм, мнемосхемы ДНС и объектов ССВД.

Таким образом, спроектированная САУ ССВД не только удовлетворяет текущим требованиям к системе автоматизации, но и имеет высокую гибкость, позволяющую изменять и модернизировать разработанную САУ в соответствии с возрастающими в течение всего срока эксплуатации требованиям. Кроме того, SCADA-пакет, который используется на всех уровнях автоматизации ССВД, позволяет заказчику сократить затраты на обучение персонала и эксплуатацию систем.

Список используемых источников

1. Бернетт Р.Р., контролирующий переходные волны, Трубопровод, Промышленность. 1960. Том. 12. № 5.
2. Вязунов Е.В. Системная защита магистральных нефтепроводов по давлению // Трубопроводный транспорт нефти. 2008. № 12. С. 36-38.
3. Клюев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Клюев А. А.; под ред. А.С. Клюева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
4. ГОСТ Р 51330.1-99 (МЭК 60079-1-98) Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 1. Взрывозащита вида "взрывонепроницаемая оболочка". Принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 9 декабря 1999 г. N 492-ст. Внесено изменение N 1, утвержденное и введенное в действие Приказом Ростехрегулирования от 08.10.2007 N 259 с 01.01.2008г.
5. ГОСТ Р 51330.1-99 (МЭК 60079-1-98) Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 1. Взрывозащита вида "взрывонепроницаемая оболочка". Принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 9 декабря 1999 г. N 492-ст. Внесено изменение N 1, утвержденное и введенное в действие Приказом Ростехрегулирования от 08.10.2007 N 259 с 01.01.2008г.
6. Бондарук, А.М. Автоматизированные системы управления качеством в технологических процессах / А.М. Бондарук, С.С. Гоц. - М.: Уфа: Монография, 2007. - 144 с.
7. Рассел, Джесси Программируемый логический контроллер / Джесси Рассел. - М.: Книга по Требованию, 2012. - 364 с.

8. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.

9. РД 153-39.4-056-00 «Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов».

10. Станев В.С., Гумеров А.Г., Гумеров К.М., Рахматуллин Ш.И. Оценка прочности участка магистрального трубопровода с учетом гидроудара. - «Нефтяное хозяйство», 2004, № 4. с. 112-114.

11. ГОСТ 19.701-90 Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем

12. Разработка графических решений проектов СДКУ с учетом требований промышленной эргономики. Альбом типовых экранных форм СДКУ. ОАО «АК Транснефть». – 197 с.

13. ГОСТ Р МЭК 61850-5-2011 Сети и системы связи на подстанциях. Часть 5. Требования к связи для функций и моделей устройств. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 г. N 1232-ст.

14. Ледовский, Г. Н. Эффективность систем защиты оборудования нефтеперекачивающих станций при повышенных волнах давления / Г. Н. Ледовский, С. В. Самоленков, О. В. Кабанов // Записки Горного института. - 2014. - № 206. - С. 99 - 103.

15. РД 08.00-60.30.00-КТН-016-1-05 «По техническому обслуживанию и ремонту оборудования и сооружений нефтеперекачивающих станций».

16. ГОСТ 14254-2015 (ИЕС 60529:2013) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP).

17. Адоевский А.В., Арбузов Н.С., Левченко Е.Л., Лурье М.В. Защита нефтепроводов от гидроударных явлений системами сглаживания волн давления. — 2010, №12.
18. Якобсон, Б. М. Автоматизированные системы управления производством / Б.М. Якобсон, А.Е. Розинкин. - М., 1998. - 224 с.
19. Адоевский, А.В. Моделирование работы нефтепроводов, оборудованных системами сглаживания волн давления: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.19 / Адоевский Александр Валентинович. – М., 2011. – 170 с.
20. Медведев, М. Ю. Программирование промышленных контроллеров / М.Ю. Медведев, В.Х. Пшихопов. - М.: Лань, 2011. - 288 с.
21. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 1983. – 376 с.
22. Автор:Д. В. Мякишев Разработка программного обеспечения АСУ ТП на основе объектно-ориентированного подхода (теория, модели, методы).2017г-129 ст.
23. Трудовой кодекс Российской Федерации.
24. Трудовой кодекс Российской Федерации.
25. Трудовой кодекс Российской Федерации.
26. Трудовой кодекс Российской Федерации.
27. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация;
28. ГОСТ 12.1.1003 – 83 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
29. ГОСТ Р 55710-2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий».
30. ГОСТ 12.1.003-2014 «ССБТ. Шум, общие требования безопасности».
31. ГОСТ 12.1.019-79 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность.

32. ГОСТ 12.4.011-89 «Система стандартов безопасности труда» (ССБТ). Средства защиты работающих.

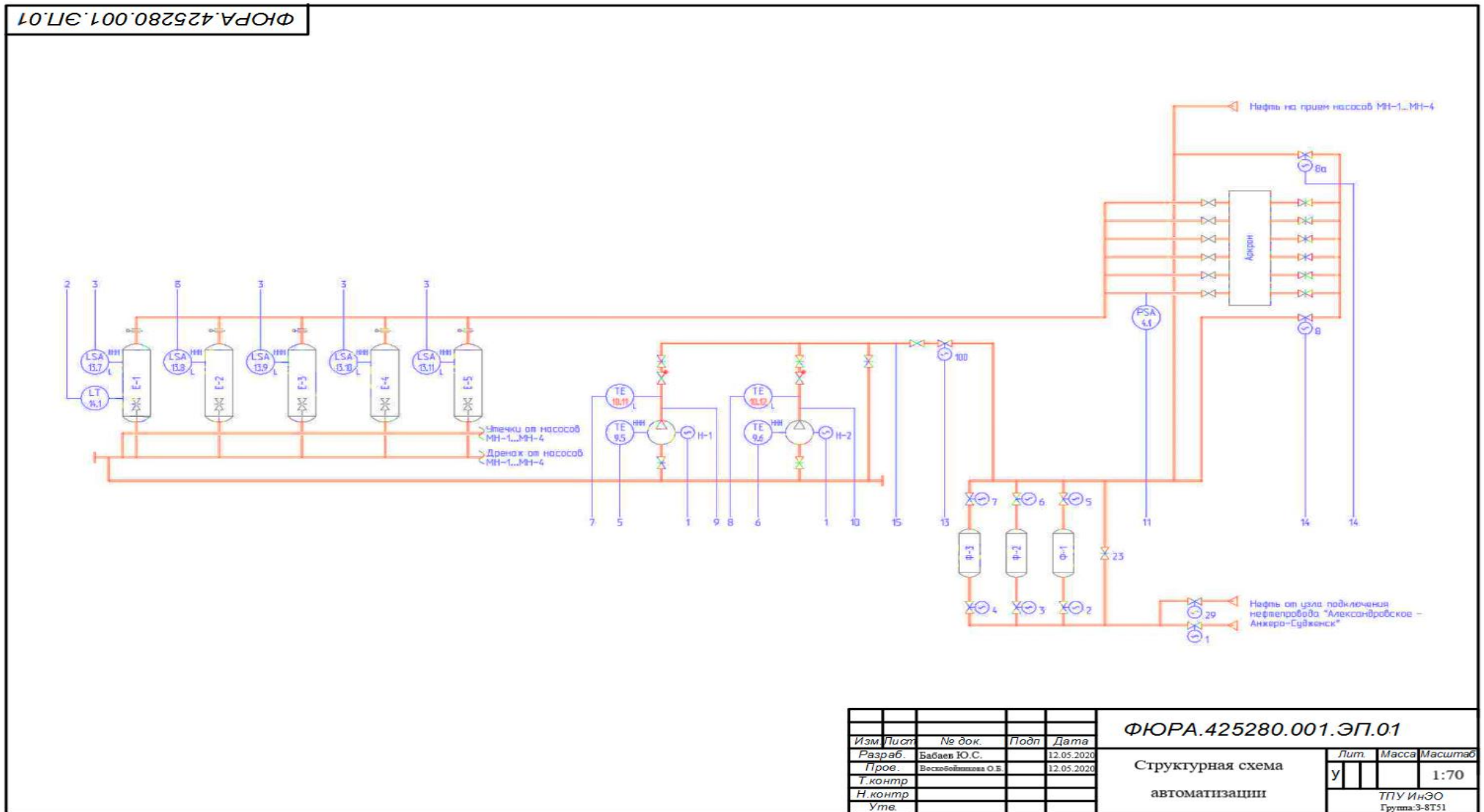
33. ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Взрывобезопасность.

34. РД-75.200.00-КТН-037-13 Руководство по техническому обслуживанию и ремонту оборудования и сооружений нефтеперекачивающих предприятий.

35. РД 153-39.4-056-00 Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов.

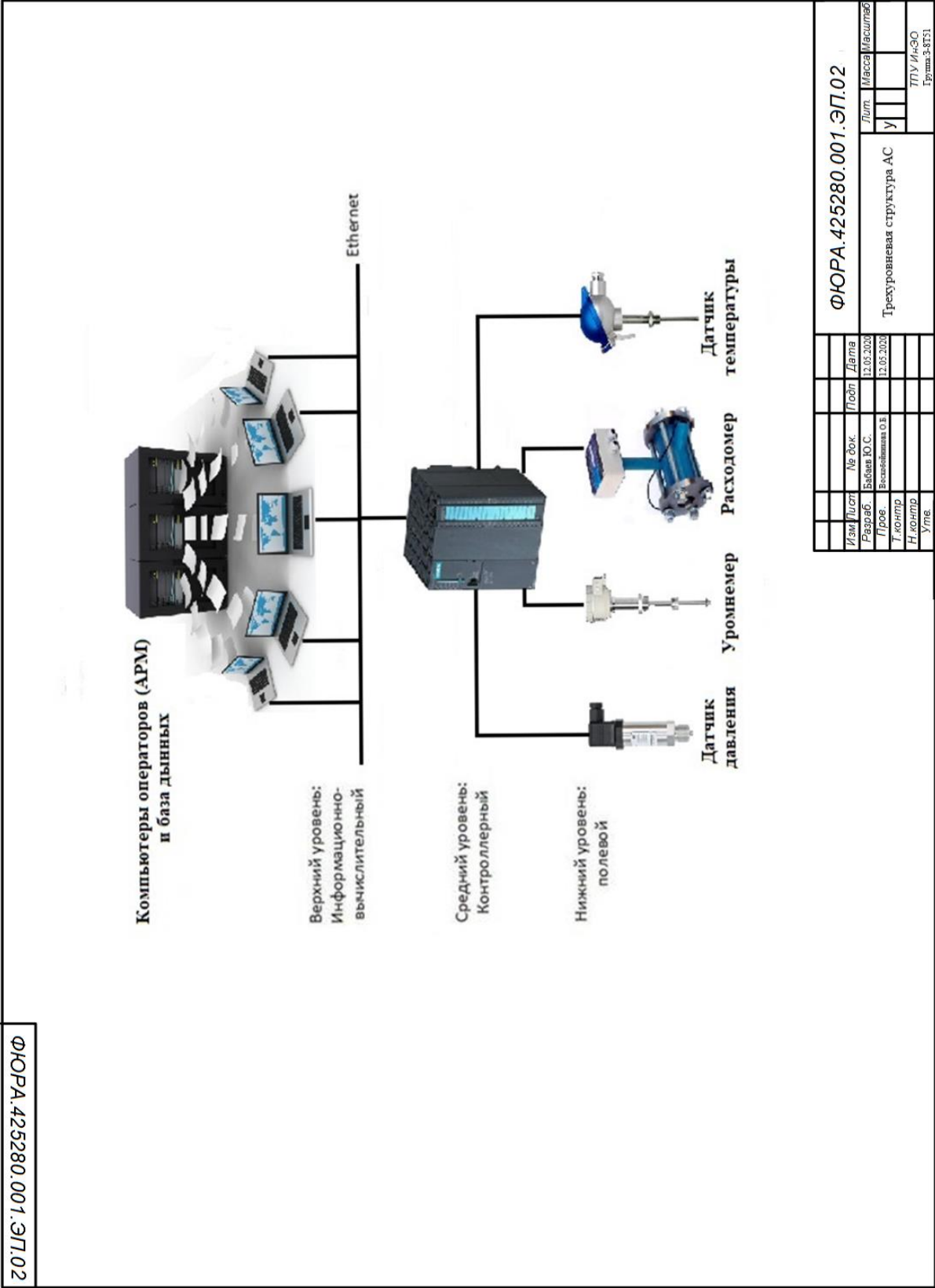
Приложение А (обязательное)

Структурная схема автоматизации



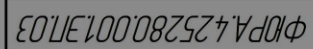
Приложение Б
(обязательное)

Трехуровневая структура автоматизированной системы



Функциональная схема автоматизации

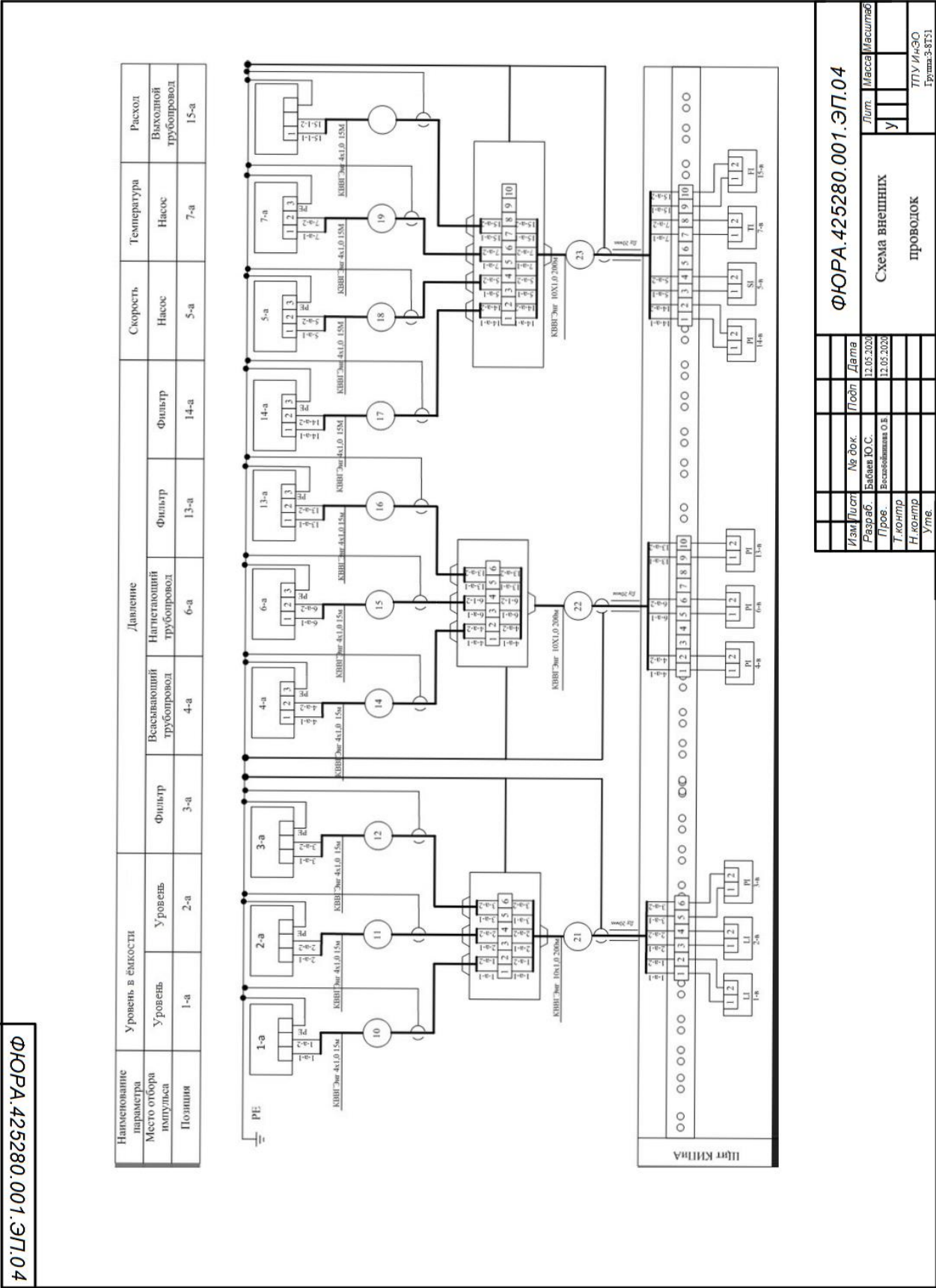
Функциональная схема автоматизации



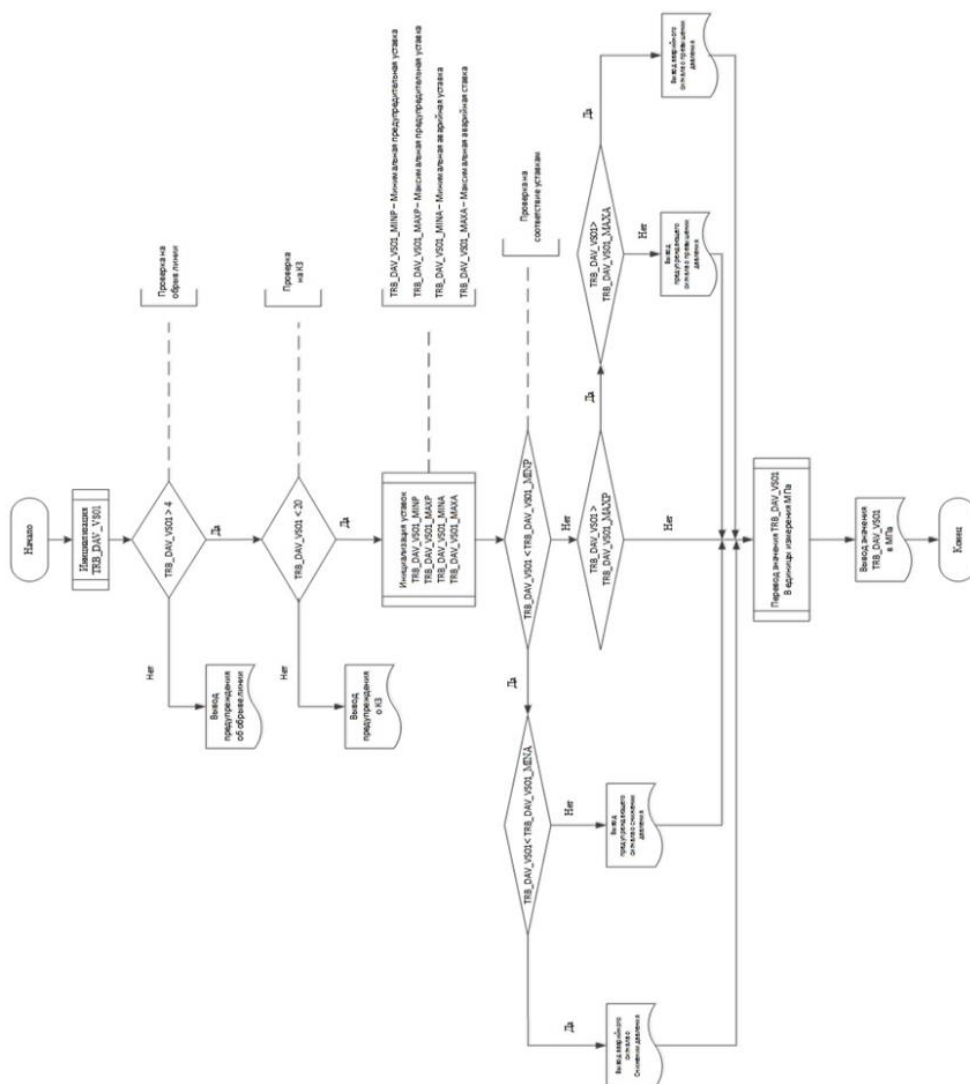
					ФЮРА.425280.001.37.03				
					Схема автоматизации				
					функциональная				
Изм/Лист	№ документа	Изд.	Дата		Лит	Масса	Минимум		
Рисунг	Базовый ВЛ		2020		у			11	
Лист	Вариант 05		2020						
Исполн.					Лист	Листов	1		
Исполн.					ТПЧ Ин-30				
Учед.					Группа 3-8751				
					Колпачков				
					Формат А1				

Приложение Г
(обязательное)

Схема внешних проводов



Алгоритм сбора данных



ФОРМА.425280.001.ЭП.05

[illegible]

Приложение Е
(обязательное)

Схема экранных форм

